



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VĚTRÁNÍ STRAVOVACÍCH PROVOZŮ

VENTILATION CATERING OPERATIONS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kristýna Havlátová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARIAN FORMÁNEK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

DOKLADOVÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kristýna Havlátová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARIAN FORMÁNEK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Kristýna Havlátová
Název	Větrání stravovacích provozů
Vedoucí práce	Ing. Marian Formánek, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Řešení využívající výpočetní techniku

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Technické řešení vybrané varianty.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Marian Formánek, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zaměřuje na návrh vzduchotechnického systému pro velkokuchyni hotelu v Brně. Návrh je proveden v souladu s hygienickými, funkčními a provozními požadavky na vnitřní mikroklima objektu.

Vzduchotechnické zařízení má za úkol odvádět tepelnou zátěž a vlhkost z prostoru kuchyně a zajistit přívod požadovaného množství čerstvého vzduchu.

Teoretická část této práce se zabývá požadavky na vnitřní prostředí kuchyní a základními systémy větrání těchto provozů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, kuchyně, tepelná zátěž, vlhkostní zátěž, odsávací zákryt, větrací strop, vnitřní mikroklima.

ABSTRACT

The master's thesis deals with design of heat recovery and dehumification for the hotel's kitchen. The design is made to fulfill functional, hygienic and operational requirements for the internal microclimate.

The main task of air-conditioning systems is to drain away heat gains and intake of requirement minimum of fresh air.

The theoretical part is about analysis of internal microclimate.

KEYWORDS

Air-conditioning, kitchen, heat gains, humidity load, exhaust hood, ventilation ceiling, internal microclimate.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HAVLÁTOVÁ, Kristýna. *Větrání stravovacích provozů*. Brno, 2018. 126 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marian Formánek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12.1. 2018

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu své bakalářské práce, panu Ing. Marianovi Formánkovi, Ph.D., za pomoc, ochotu, trpělivost a cenné rady při řešení a zpracovávání mé bakalářské práce.

Děkuji také své rodině za podporu při studiu.

OBSAH:

ÚVOD	15
------------	----

ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ.....	19
2 KONCEPČÍ NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉHO SYSTÉMU	19
2.1 PŘÍVOD VZDUCHU	20
2.2 ODVOD VZDUCHU	22
2.2.1 ODSÁVACÍ ZÁKRYT	22
2.2.2 INDUKČNÍ DIGESTOŘE	23
2.2.3 VĚTRACÍ STROPY	24
3 REGULACE.....	27
3.1 AUTOMATICKÁ REGULACE RD5	27
3.2 VENTILÁTORY	28
4 VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ DLE VDI 2052	29
4.1 OBECNÉ ZÁSADY PRO VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ.....	29
4.2 PARAMETRY MIKROKLIMATU KUCHYNĚ	30
4.3 POSTUP VÝPOČTU	30
5 EKONOMIKA PROVOZU VZT V KUCHYNI.....	34
5.1 VÝPOČET PROVOZNÍCH NÁKLADŮ NA VĚTRÁNÍ.....	34
5.2 VÝPOČET EFEKTIVNOSTI NÁVRHOVÉ VARIANTY ŘEŠENÍ	36

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

1 ANALÝZA OBJEKTU.....	39
2 SOUČASNÝ STAV	39
2.1 PROVOZNÍ CELKY	39
2.1.1 KUCHYŇ.....	40
2.1.1.1 POVRCHOVÉ TEPLoty SPOTŘEBIČŮ V DOBĚ OBĚDA	42
2.1.2 RESTAURACE.....	43
3 SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	44
4 TEPELNÁ BILANCE	46
4.1 TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM TEPLA.....	47
4.2 TEPELNÉ ZISKY	51
4.3 TEPELNĚ VLHKOSTNÍ BILANCE DLE VDI 2052	55

5 Koncepční řešení č. 1 - Návrh funkčního větrání pro stávající kuchyni	56
5.1 Stanovení průtoku větracího vzduchu	56
5.1.1 Výpočet dle VDI 2052	56
5.1.2 Výpočet dle návrhového programu firmy ATREA	60
5.2 Distribuční elementy	61
5.3 Dimenzování potrubí	63
5.4 Stanovení průtoku vzduchu dle měření v prostoru	65
5.5 Distribuční elementy	69
5.6 Dimenzování potrubí	71
5.7 Vzduchotechnická jednotka	72
5.8 Útlum hluku	73
5.8.1 Útlum hluku do interiéru	73
5.8.1.1 Tlumič hluku na přívodní větví	75
5.8.2 Útlum hluku do exteriéru	76
5.8.2.1 Tlumič hluku na sacím potrubí	78
5.8.2.2 Tlumič hluku na výfukovém potrubí	79
6 Koncepční řešení č. 2 - Přemístění části varného centra do prostoru restaurace	80
6.1 Stávající vzduchotechnika v kuchyni	80
6.2 Návrh větrání pro přesunutá zařízení	82
6.2.1 Popis prostoru	82
6.2.2 Výpočet množství odsávaného vzduchu	84
6.2.3 Distribuční elementy	85
6.3 Dimenzování potrubí	88
6.4 Vzduchotechnická jednotka	89
6.5 Útlum hluku	89
6.5.1 Útlum hluku do interiéru	90
6.5.2 Útlum hluku do exteriéru	91
6.5.2.1 Tlumič hluku na sacím potrubí	92
6.5.2.2 Tlumič hluku na výfukovém potrubí	93
7 Koncepční řešení č. 3 - Umístění grilu na dřevěné uhlí do varny	94
7.1 Popis grilu	94
7.2 Dispozice	95
7.3 Distribuční elementy	95
7.4 Dimenzování potrubí	97
7.5 Vzduchotechnická jednotka	99
7.6 Útlum hluku	99
7.6.1 Útlum hluku do interiéru	100
7.6.2 Útlum hluku do exteriéru	101
7.6.2.1 Tlumič hluku na sacím potrubí	102
7.6.2.2 Tlumič hluku na výfukovém potrubí	103

7.7	IZOLACE POTRUBÍ	104
-----	-----------------------	-----

ČÁST C – PROJEKT

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1	ÚVOD	111
1.1	ÚČEL A FUNKCE ZAŘÍZENÍ	111
1.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	111
1.3	POUŽITÉ PŘEDPISY	111
1.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	112
1.5	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	112
2	ZÁKLADNÍ KONCEPCE ŘEŠENÍ.....	112
3	POPIS VZT ZAŘÍZENÍ	112
3.1	REGULACE VZT Z AŘÍZENÍ	114
4	ZDROJE ENERGIE	115
4.1	ELEKTRICKÁ ENERGIE	115
4.2	TEPELNÁ ENERGIE	115
5	PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ	115
6	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ.....	115
7	IZOLACE A NÁTĚRY	115
8	POŽADAVKY NA NAVAZUJÍCÍ PROFESE	116
8.1	POŽADAVKY NA ÚT	116
8.2	POŽADAVKY NA CHL	116
8.3	POŽADAVKY NA ELE	116
8.4	POŽADAVKY NA MAR	116
8.5	POŽADAVKY NA ZTI.....	116
8.6	POŽADAVKY NA STAVBU	116
8.7	POŽADAVKY NA EPS	116
9	MONTÁŽ, PROVOZ, OBSLUHA A ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ.....	116
10	ZÁVĚR.....	116
11	TABULKA ZAŘÍZENÍ	117
12	BLOKOVÉ SCHÉMA REGULACE	118
13	POLOŽKOVÁ SPECIFIKACE.....	119

SEZNAM PŘÍLOH.....	120
ZÁVĚR.....	121
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	122
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	124
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	125

ÚVOD

Předpokladem pro zajištění kvality vnitřního prostředí v kuchyních je dostatečné větrání. Menší kuchyně nebo kuchyně bez tepelné úpravy potravin je možné větrat přirozeně okny, velké kuchyňské provozy bývají větrány nuceně.

Dostatečným větráním můžeme dosáhnout lepších tepelně vlhkostních podmínek, omezení mikrobiální kontaminace, zabránit hromadění vodní páry a kondenzátu, odvádět spaliny v případě použití plynových spotřebičů a zamezit růstu plísní nebo šíření pachů do okolí.

Vzduchotechnické zařízení je třeba navrhnout tak, abychom zajistili vhodné vnitřní prostředí i pro práci personálu. V pásnu pobytu osob rozhoduje o pohodě prostředí zejména teplota a rychlost vzduchu.

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit možné systémy nuceného větrání v kuchyňských provozech a navrhnout úpravu stávajícího systému větrání pro kuchyni hotelu a restaurace v Brně ve stupni dokumentace pro provedení stavby.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

VĚTRÁNÍ STRAVOVACÍCH PROVOZŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kristýna Havlátová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARIAN FORMÁNEK, Ph.D.

BRNO 2018

1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ

Správné odvětrání stravovacích provozů je důležité nejen pro zajištění vhodného mikroklima v prostoru. Jedná se o pracovní prostředí a je tedy třeba, aby byly zajištěny vyhovující podmínky i pro personál kuchyně, zejména teplota prostoru, rychlost a obraz proudění vzduchu v pobytové oblasti nebo hladina hluku.

Podmínky ochrany zdraví při práci jsou definovány v Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. se změnami 68/2010 Sb., 93/2012 Sb., 9/2013 Sb., 32/2016 Sb.

Návrh musí také vyhovět požadavkům pro skladování potravin, které jsou stanoveny Zákonem č. 110/1997 Sb., o potravinářských a tabákových výrobcích.

Požadavky na prostředí kuchyní stanovuje Vyhláška č. 137/2004 Sb., o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných. Novelou 602/2006 Sb. byly však paragrafy týkající se VZT zrušeny.

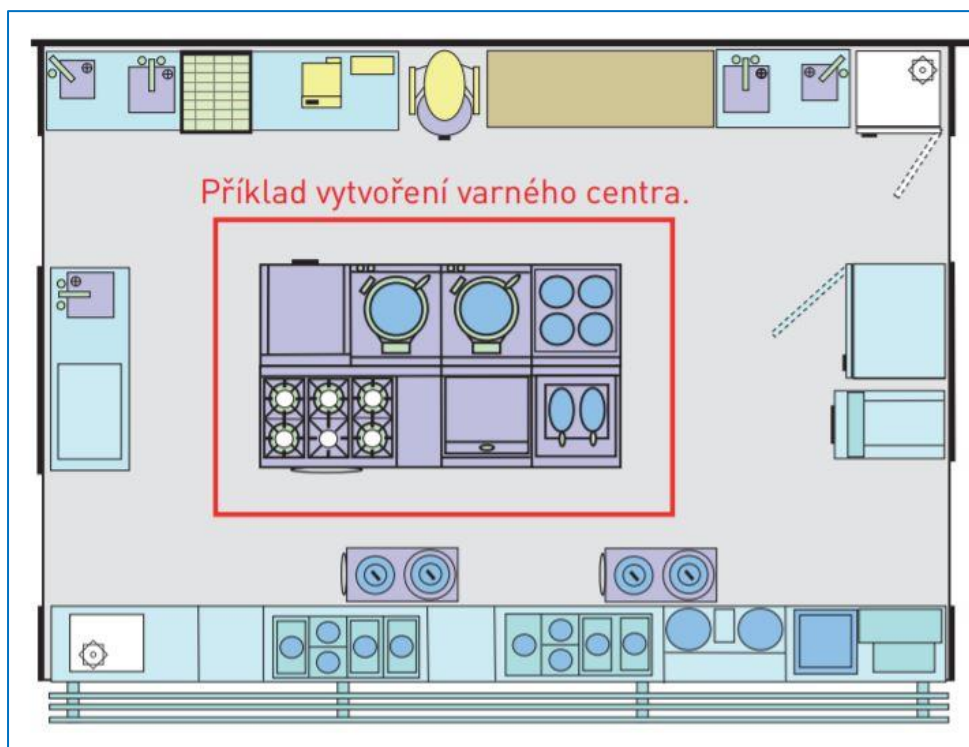
Bohužel v současné době neexistuje v České Republice žádný závazný právní předpis, který by stanovoval, jak odvětrání kuchyňských provozů navrhovat. Riziko chybného návrhu je tak poměrně vysoké. Častými chybami jsou: špatný koncepční návrh vzduchotechnického systému, v jehož důsledku se mohou například šířit pachy z kuchyně do okolí, chybné zaregulování nebo nevyhovující vzduchový výkon pro větrání. Důležitým prvkem ve funkčnosti vzduchotechnického systému u kuchyní je ale také pravidelná a pečlivá údržba zařízení, jako je čištění tukových filtrů. [1]

Pro návrh větrání kuchyňských provozů se často využívá návrhový přístup německé normy VDI 2052/2015. Tento přístup jsem použila i v této diplomové práci.

2. KONCEPČNÍ NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉHO SYSTÉMU

Způsob, jakým bude kuchyně větrána, je závislý na její velikosti, stavebním řešení, množství připravovaného jídla a na uspořádání kuchyňského zařízení.

Pro co nejefektivnější návrh vzduchotechniky je třeba při volbě kuchyňských spotřebičů dbát na to, aby nebyly rozmístěny na celé ploše kuchyně, ale aby byly shlukovány do tzv. varných center. Tedy aby spotřebiče s nutností přímého odsávání byly soustředěny ve skupině a bylo tak umožněna instalace jednoho odsávacího zákrytu. Varná centra není vhodné tvořit v blízkosti oken. Hrozí tak riziko kondenzace par na stěnách a oknech. Pokud jsou navíc v prostoru kuchyně okna využívána k větrání, zákryty brání jejich otevírání.



Obrázek 1 Příklad vytvoření varného centra [2].

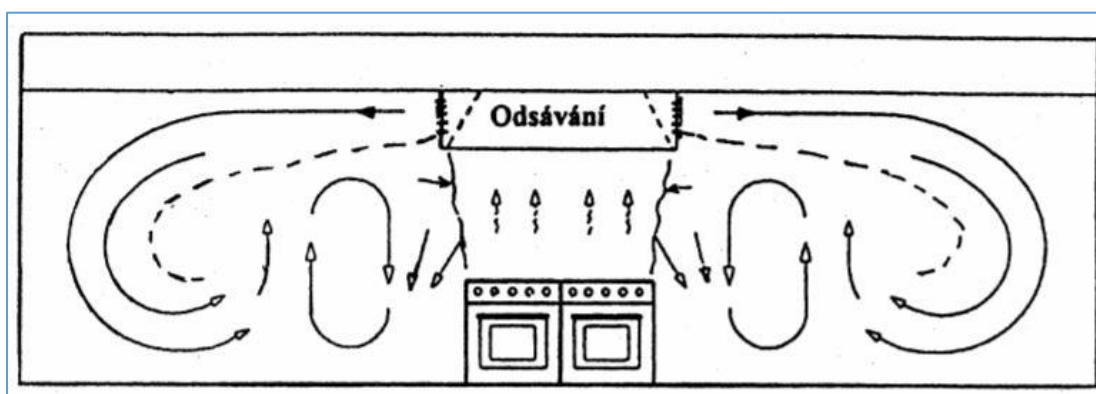
2.1. Přívod vzduchu

Pokud je to možné, vždy by měl být vzduch přiváděn směrem přes osoby ke zdroji škodlivin a potom spolu se škodlivinami odsáván. Přívod vzduchu v prostoru kuchyně bývá nejčastěji řešen dvěma způsoby. Směšováním (pomocí dýz, vyústí, anemostatů) nebo zaplavováním (velkoplošnými vyústěmi), případně kombinovaně.

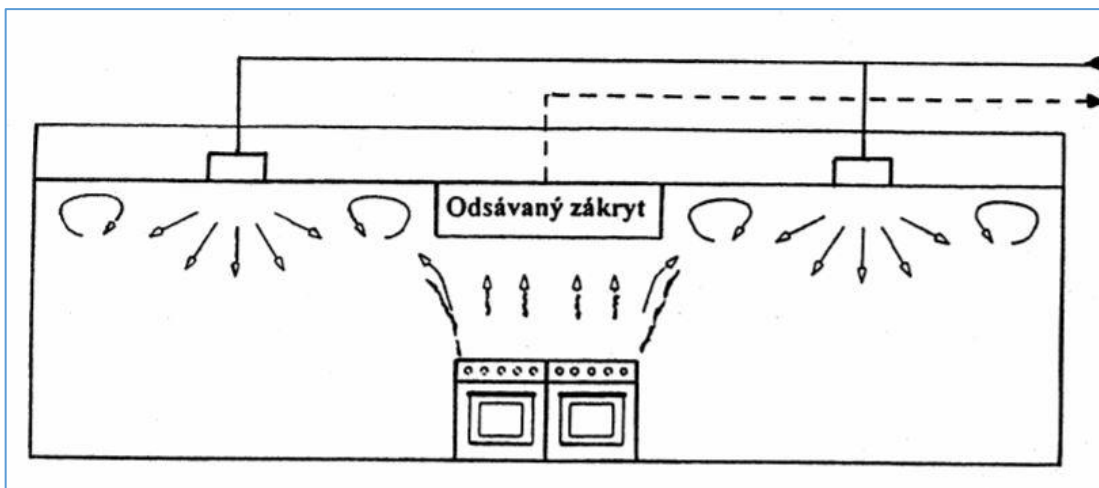
Směšování je stav, kdy dochází k mísení vzduchu v místnosti se vzduchem přiváděným. Je to nejčastěji volený způsob přivádění vzduchu do prostoru. Jako distribuční elementy se používají například mřížky, štěrbinové vyústky, anemostaty nebo dýzy.

Na obrázku 2 je uveden způsob směšování, kdy je proud přiváděného vzduchu vyfukován přes mřížku v horizontálním směru. V takovém případě je ale třeba dbát na to, aby byly průtoky rovnoměrné. Jinak by mohlo dojít k vytlačení konvektivního proudu mimo prostor digestoře.

Obrázek 3 potom znázorňuje výfuk vzduchu vertikální, kterého docílíme například anemostaty.

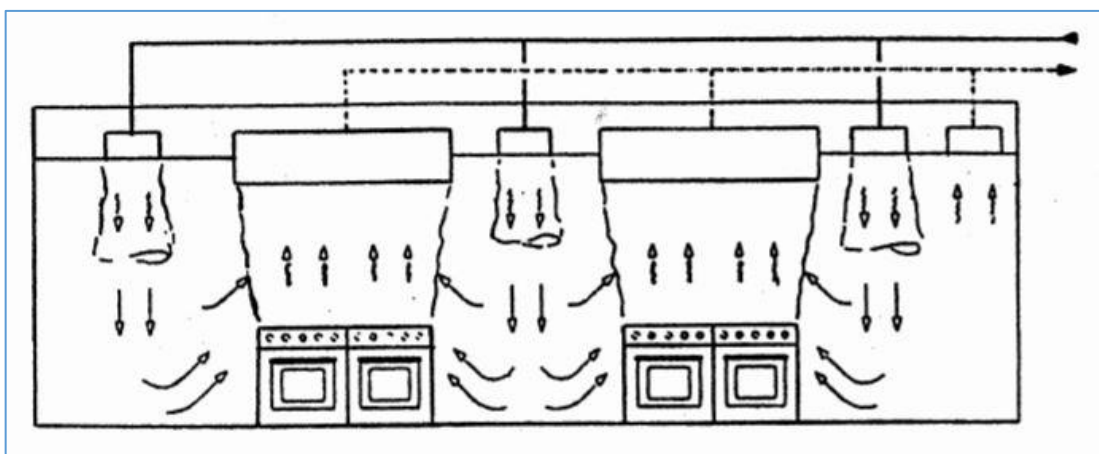


Obrázek 2 Přívod vzduchu směšováním (horizontální - mřížkami) [3].

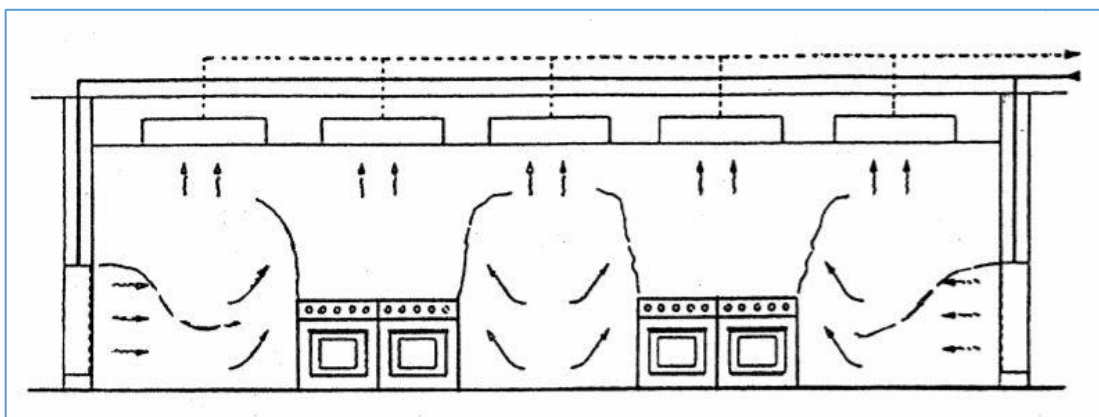


Obrázek 3 Přívod vzduchu směřováním (vertikální - vířivé výústky) [3].

Při zaplavování bývá vzduch do místnosti přiváděn velkoplošnými výústěmi s výstupní rychlostí proudu vzduchu do 0,3 m/s. Je to způsob větrání prostoru, při kterém se vzduch pohybuje vlivem tepelné konvekce a téměř nedochází k jeho cirkulaci. Přívod vzduchu zaplavováním umožňuje snížit průtok větracího vzduchu vůči přívodu směřováním. Dle teploty přiváděného vzduchu mohou být výústě umístěny pod stropem (je-li $t_p > t_i$) nebo nad podlahou (při $t_p < t_i$).



Obrázek 4 Přívod vzduchu zaplavováním (pod stropem) [3].



Obrázek 5 Přívod vzduchu zaplavováním (od podlahy) [3].

2.2. Odvod vzduchu

Pro odsávání znehodnoceného vzduchu z kuchyní navrhujeme odsávací zákryty, indukční digestoře nebo větrací stropy.

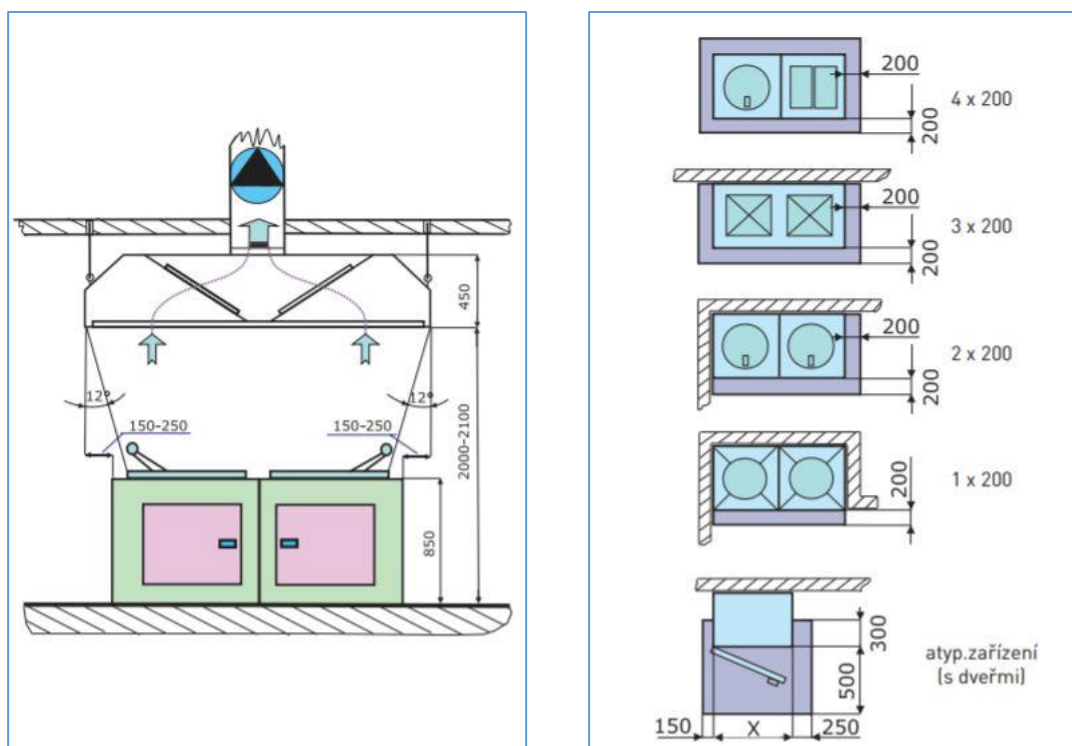
2.2.1. Odsávací zákryt

Digestoře přednostně navrhujeme pro menší až středně velké kuchyně. Podle dispozice kuchyně pak volíme zákryty stěnové nebo středové (umístěné ve volném prostoru). Musíme také počítat s návrhem odsávání pro místa mimo digestoře - například komunikační koridory, přípravu studené kuchyně, atd.

Nevýhodou návrhu odsávacích zákrytů je, že vylučuje pozdější změny dispozice kuchyňského zařízení. Může také docházet k úniku odpadního vzduchu zpět do prostoru kuchyně. Výhodou jsou však nižší pořizovací náklady a kratší dráha pohybu tukových aerosolů vzduchem.

VDI 2052 stanovuje doporučené hodnoty přesahů digestoří přes obrys kuchyňského spotřebiče, případně varného centra.

Rychlost v potrubí se doporučuje 4,0 až 7,0 m/s. Minimální rychlost je dána vzhledem k usazování nečistot, maximální rychlost je dána z hlediska tlakových ztrát a hluchosti.



Obrázek 6 Doporučené přesahy odsávacích zákrytů [2].

Digestoře musí zajistit odlučování tukových částic (pomocí tukových filtrů) a osvětlení pracovní plochy pod digestoří. Bývají také vybaveny vaničkou pro odvod kondenzátu.

Firma Atrea s.r.o. nabízí široký sortiment odsávacích zákrytů s různými funkcemi a tím tak má projektant možnost lépe reagovat na konkrétní podmínky a potřeby kuchyně.

Tabulka 1 Přehledová tabulka digestoří firmy Atrea s.r.o. - specifikace [1]

TYP DIGESTOŘE	FUNKCE						
	ODSÁVÁNÍ	FILTRACE	OSVĚTLENÍ	PŘÍVOD	DOHŘEV	REKUPERACE	VENTILÁTOR
STANDARD							
VARIANT							
DiNER							
DiNER-T							
KOMPAKT							
KUBUS							
VELKOPLOŠNÉ							

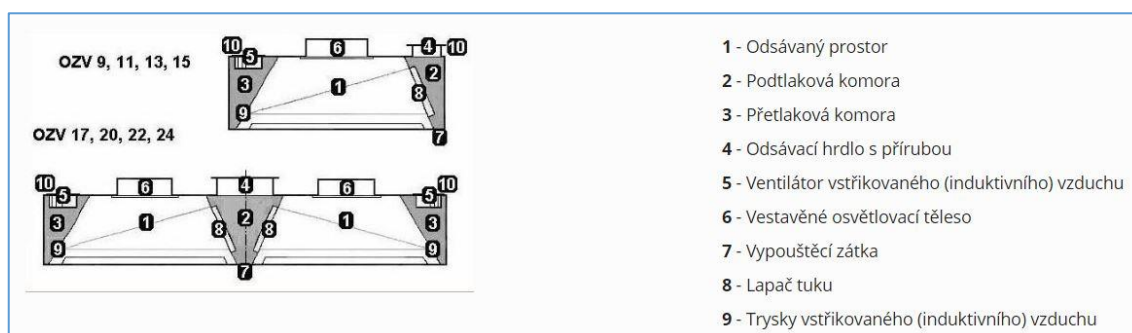
2.2.2. Indukční digestoře

Systém indukčních digestoří vychází z myšlenky odsávání vzduchu v co nejmenším množství a s co nejvyšší koncentrací škodlivin za účelem vyšší efektivity odsávání.

Jedná se o odsávací zákryty s instalovaným ventilátorem, který z okolí zákrytu nasaje malé množství vzduchu a následně tento vzduch vyfukuje v místě teplých stoupavých proudů. To za pomoci malých nastavitelných trysek ve směru na příslušné odsávací prvky. To vyvolá podtlakovou indukci teplých proudů a vznikne tak celkový proud se zvýšenou koncentrací škodlivin. I zde je třeba dodržet doporučené přesahy digestoře a výšku instalace.

Nevýhodou je vyšší pořizovací cena oproti "obyčejným" digestořím, díky vyšší účinnosti ale dochází k úsporám spotřebované energie potřebné pro ohřátí větracího vzduchu v zimním období. Společnost INDUCTair na svých internetových stránkách uvádí, že návratnost investice do indukční digestoře INDUCTair při rozdílu ceny neindukční / indukční digestoř 50 000,- Kč je jen v přímých nákladech cca 14 měsíců. Snížením větracích dávek o cca 25 - 30% docílíme návratnosti zvýšených investičních nákladů na vysoce účinné indukční digestoře do 4 roků [4].

Velkou výhodou indukčních digestoří je také to, že vlivem menších průtoků primárního vzduchu je možné zvolit i menší průřezy potrubních rozvodů, respektive menší VZT jednotky.



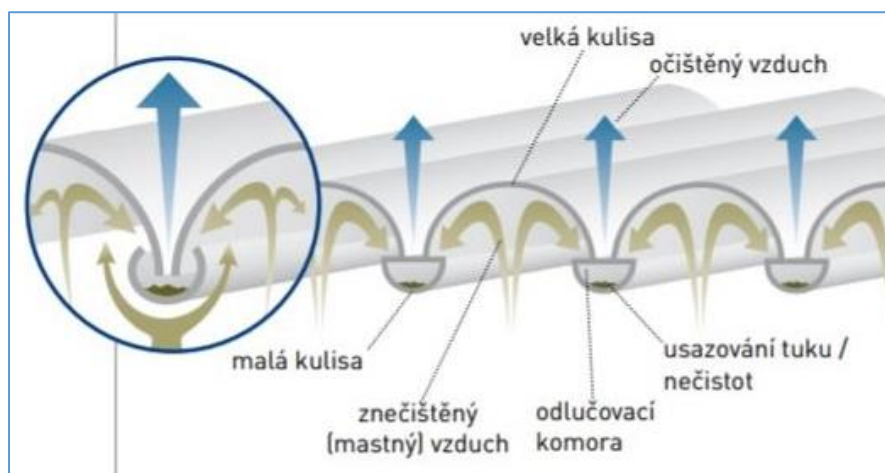
Obrázek 7 Popis odsávacích zákrytů INDUCTair [4].

2.2.3. Větrací stropy

Větrací strop je uceleným systémem, který zajišťuje celoplošné odsávání, rovnoměrný přívod vzduchu a osvětlení prostoru. Mohou být otevřené nebo uzavřené. Otevřené provedení je takové, kdy se odpadní vzduch celoplošně odvádí přes filtry do meziprostoru, odkud je následně odsáván. To ale může způsobovat znečištění konstrukcí v stropním meziprostoru, případně se zde mohou tvořit plísně. Tato rizika jsou eliminována při volbě uzavřeného systému, kdy je odpadní vzduch odsáván přes filtrační kazety do uzavřených vzduchovodů a vůbec tak nepříjde tak do kontaktu s mezistropním prostorem.

Použití větracích stropů je vhodné tam, kde jsou kuchyňská zařízení rozmístěna po celé ploše kuchyně.

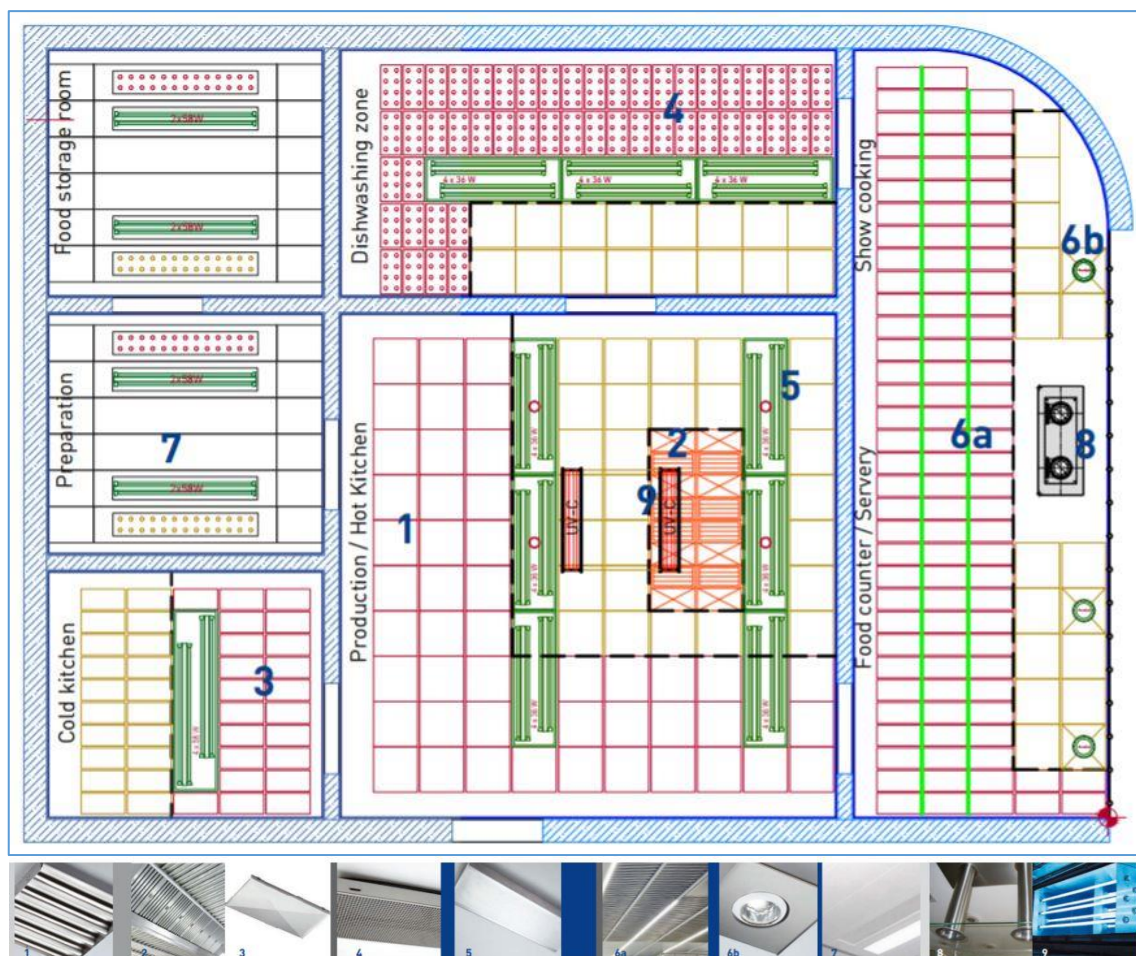
Větrací strop je složen z jednotlivých kazet, které zároveň slouží i jako odlučovače tuku a kondenzátu. Pracují na principu využití fyzikálních vlastností látek - při proudění vzduchu dochází k poklesu teploty ve stropních dutinách a to vede ke kondenzaci výparů. Tuky a jiné nečistoty se usazují na vnitřní straně kulisy (tzv. aktivní kazety), jejíž speciální tvar současně zabraňuje odkapávání vody do prostoru pod stropem. Kazety lze libovolně posouvat nebo je dokonce vyjmout a lze je umývat v myčce, údržba je tedy snadná.



Obrázek 8 Systém odlučování tuků a nečistot [5].

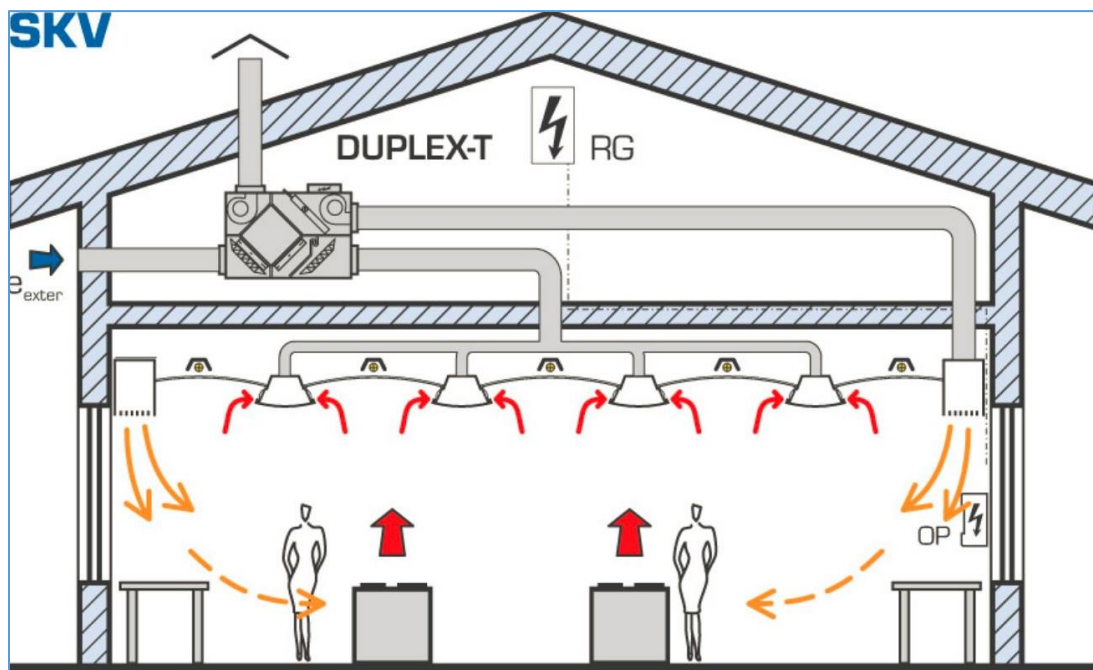
Na obrázku 8 můžeme vidět příklad uspořádání větracího stropu společnosti GIF CZ, s.r.o.. Je složen z celkem devíti druhů kazet:

1. Aktivní kazety - pro úseky vaření a mytí nádobí
2. Speciální odlučovače - pro úseky vaření
3. Ploché kazety - vaření, výdej, mytí nádobí, přípravny
- slouží pro přívod vzduchu při nižší intenzitě výměny vzduchu
4. Ploché kazety s funkcí absorpce hluku - výdej, umývárny, přípravny
5. Osvětlení
6. Speciální LED svítidla
7. Plochý stropní systém GIF - tzv. uzavřený podhled - osvětlovací a větrací elementy tvoří s podhledem jednu rovinu
8. Separáčnický odlučovač - umožňuje koncentrované odsávání nad spotřebiči
9. Zařízení UV-C(lean) - dodatečná aerosolová úprava odpadního vzduchu



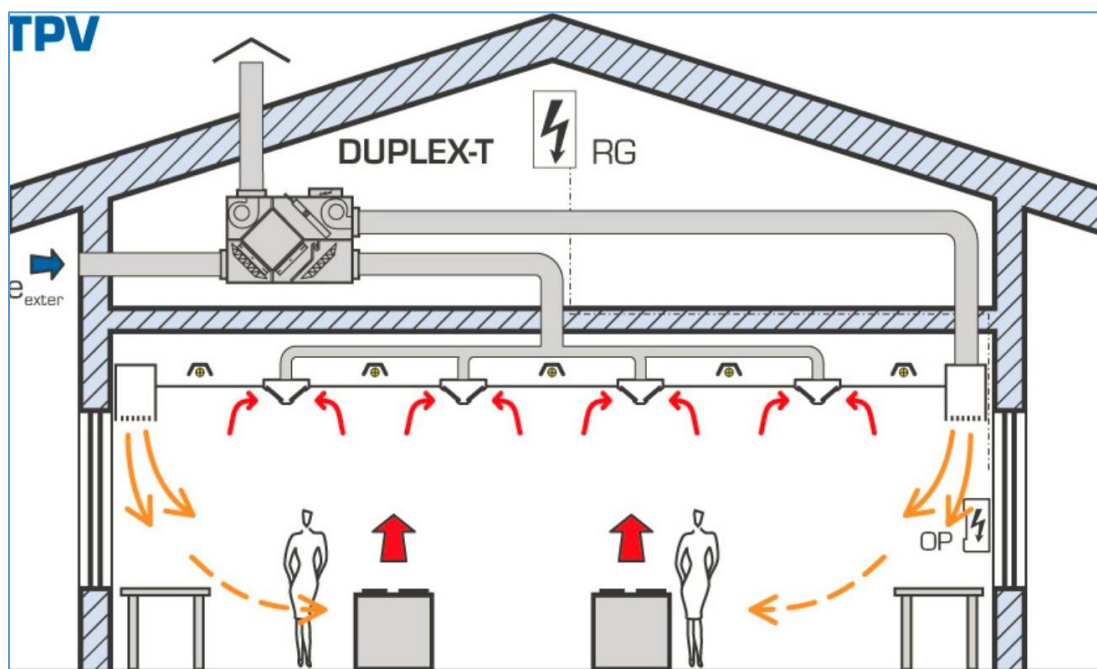
Obrázek 9 Příklad uspořádání větracího stropu GIF [5].

Kromě společnosti GIF CZ, s.r.o. se návrhem a realizací větracích stropů zabývá také firma Atrea, s.r.o. . Nabízí dva typy stropů - SKV a TPV.



Obrázek 10 Větrací strop SKV [1].

Strop typu SKV má vzduchovody ve tvaru lichoběžníka, pohledové desky jsou obloukové. Na rozdíl od toho větrací stropy TPV mají vzduchovody řešeny jako trojúhelníkové a podhledové desky rovné.

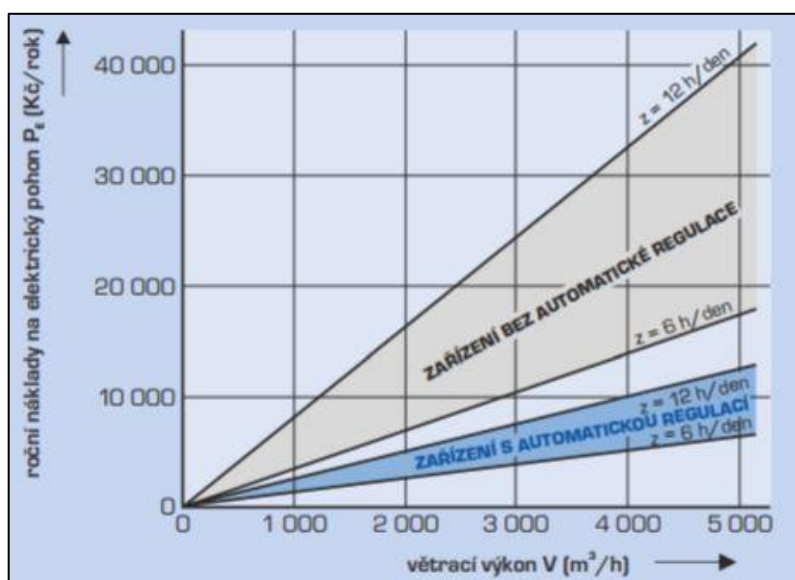


Obrázek 11 Větrací strop TPV [1].

3. REGULACE

Většina gastronomických zařízení je provozována pouze po určitou část dne. Ve zbývající době je provoz úplně bez zátěže nebo je zátěž oproti provozní špičce značně snižena. Proto je vhodné instalovat systémy regulace, které zabrání zbytečnému provětrávání a vychlazení prostoru v době, kdy je kuchyně mimo provoz. Vzduchotechnický systém může být regulován například podle teploty, vlhkosti nebo tlaku v potrubí. Předpokládanou úsporu při návrhu vhodné regulace můžeme porovnat na obrázku 12. Výpočet je proveden pro parametry [1]:

$\Delta p = 550 \text{ kPa}$, účinnost ventilátoru 0,55, doba provozu 300 dní/rok.



Obrázek 12 Roční náklady na pohon ventilátorů s regulací a bez regulace [1].

V provozech s danou otevírací dobou nebo ve školních jídelnách je vhodné využívat tzv. zónové větrání. V zásadě jde o to, že jedna vzduchotechnická jednotka zajišťuje větrací vzduch pro jídelnu i pro kuchyni a její výkon se přepíná podle časové ho provozu těchto zón.

3.1. Automatická regulace RD5

Společnost Atrea, s.r.o. nabízí pro své větrací systémy automatickou regulaci RD5. Funguje na základě snímání teplot v prostoru a nad varným centrem. Tyto hodnoty jsou následně vyhodnocovány a automatická regulace řídí výkon vzduchotechnického systému. Pokud se teploty neliší, je sepnut nejnižší stupeň otáček, aby byla zajištěna minimální požadovaná výměna vzduchu v prostoru. Jakmile teplotní rozdíl roste, jsou přepínány i otáčky ventilátorů na vyšší stupeň až na maximální výkon. Naopak pokud teplotní diference klesá, otáčky ventilátorů jsou postupně snižovány. Otáčky jsou řízeny buď analogově pomocí signálu 0-10V nebo frekvenčním měničem.

Systém je složen z následujících prvků [1]:

- rozvodnice RG5 (mimo prostor kuchyně, u ventilátorů)
- mikroprocesorový modul RD-K
- ovládací panel CP10RT nebo CP Touch

Rozdíl mezi CP10RT a CP Touch je ten, že CP10RT může být umístěn v prostoru kuchyně a umožňuje plynulou regulaci výkonu a teploty, zatímco CP Touch je dotykový panel, který se do prostoru kuchyně osazovat nesmí a umožňuje nastavení automatických režimů (např. časový program).



Obrázek 13 Ovládací panely CP Touch (vlevo) a CP 10 RT (vpravo) [9].

3.2. Ventilátory

Na ventilátory používané pro kuchyňské provozy jsou kladeny zvláštní požadavky. Musí být výrobcem stanoveny jako vhodné pro provoz v kuchyních a při dané tlakové ztrátě musí být schopny zajistit požadovaný průtok vzduchu. Ventilátor pro trvalý provoz musí být vybaven krytím motoru IP 54. Přehled stupňů krytí dle ČSN EN 60529 je vypsán v tabulce 2.

Zároveň musí být zajištěno chlazení motoru tak, aby mohlo zařízení spolehlivě fungovat v prostředí s vysokou teplotou a s obsahem tukových aerosolů. Také musí být zajištěna odolnost proti vlhkosti a odváděn tukový kondenzát. Významným distributorem ventilátorů vhodných pro kuchyňské provozy je firma ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s r.o..

Tabulka 2 Krytí IP - stupně ochrany dle ČSN EN 60529 [8]

První číslice	Popis	Druhá číslice	Popis
0	Nechráněno	0	Nechráněno
1	Ochrana proti pevným tělesům >50mm	1	Ochrana proti svisle kapající vodě
2	Ochrana proti pevným tělesům >12,5mm a proti dotyku prstem	2	Ochrana proti svisle kapající vodě pod úhlem do 15° od svislé osy
3	Ochrana proti pevným tělesům >2,5mm	3	Ochrana proti kroupení (deštěm) pod úhlem do 60° od svislé osy
4	Ochrana proti pevným tělesům >1mm	4	Ochrana proti stříkající vodě ze všech směrů
5	Ochrana proti prachu	5	Ochrana proti tryskající vodě ze všech
6	Prachotěsnost	6	Ochrana proti vlnobytí
		7	Ochrana proti dočasnému ponoření (do 15cm)
		8	Trvalé ponoření do vody (označení - ponor v m)

4. VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ DLE VDI 2052

Jak již bylo napsáno v úvodu, v současné době neexistuje v České republice závazný právní předpis, který by stanovoval jak postupovat při návrhu větrání kuchyní. Proto se jako projekční podklad využívá německý předpis - VDI 2052.

4.1. Obecné zásady pro větrání kuchyní [3]

V této kapitole vyjmenuji několik obecných zásad, které by vždy měly být při návrhu větrání kuchyně dodrženy.

- Bilance přiváděného a odváděného vzduchu by měla být vyrovnaná, přičemž pro větrání je nutné použít venkovní filtrovaný vzduch.
- Sání venkovního vzduchu se umísťuje alespoň 3 metry nad zemí.
- Výfuk odpadního vzduchu má být vyveden až nad střechu objektu tak, aby nedošlo ke znečištění okolních budov.
- Je nutné zabránit příčnému proudění vzduchu na varných zařízeních, jinak by mohlo dojít k narušení, případně i vytlačení termických proudů.
- Při výpočtu nesmíme zapomenout i na pomocné prostory (sklady, hygienické zařízení, atd.).
- Vzhledem k možné chemické agresivitě vzduchu je třeba volit odolné a hladké materiály pro rekuperační výměník.
- Tlumiče hluku musí být také hladké a odolné proti vodě a mastnotám.
- U vzduchovodů mají být osazeny revizní otvory. Ty musí být těsné v rozestupech 3 metry od sebe.
- Odsávací vzduchovody je vhodné udržovat v podtlaku, aby nedocházelo k šíření pachů. Ovšem při použití plynových spotřebičů naopak podtlak být nesmí.
- Pro ochranu před nadměrným ochlazením je doporučeno osadit do přívodního i odvodního potrubí automatické klapky.
- Odsávací zákryty mají být vyrobeny z chromoniklové oceli, z eloxovaného hliníku nebo s vypalovacím lakem.
- Pokud jsou v digestořích nebo stropěch vestavěná svítidla, musí mít ochranu IP 54 s odolností proti teplotě okolí minimálně 80°C.
- Z hygienických i akustických důvodů není vhodné osazovat ventilátory přímo do zákrytů.
- Zařízení pro odvod vzduchu musí být vybavena účinným odlučovačem aerosolů. Doporučena je instalace lamel u odlučovačů proti proniknutí plamenu do zařízení. Aerosolové odlučovače je nutno pravidelně čistit.
- Plynové spotřebiče mohou být provozovány pouze tehdy, je-li v provozu vzduchotechnické zařízení.

4.2. Parametry mikroklimatu kuchyně [1]

Při výpočtu dle VDI 2052 se vychází z následujících doporučení:

Tabulka 3 Doporučené parametry vnitřního prostředí [1]

PARAMETR	ZNAČKA	HODNOTA	JEDNOTKA
Optimální teplota vzduchu v pobytovém pásmu	$t_{i,opt}$	18 až 26	°C
Přípustná rychlost proudění vzduchu pro $t_i = 18$ až 32 °C	w_{max}	0,25 až 0,45	m/s
Optimální relativní vlhkost vzduchu pro $t_i = 20$ až 26 °C	$rh_{i,opt}$	80 až 55	%
Maximální vlhkost odsávaného vzduchu	x_{max}	16,5	g/kg
Optimální vlhkost vzduchu pro $rh = 65\%$	x_{opt}	11,5	g/kg
Doporučená maximální hladina hluku v pobytovém pásmu	A_{max}	50 až 60	dB

4.3. Postup výpočtu

Stanovení produkce citelného tepla a vlhkosti:

Nejdříve je potřeba stanovit produkci citelného tepla Q_s [W] a páry D [g/h]. V tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty produkce tepla a páry od kuchyňských zařízení podle typu a způsobu napájení. Hodnoty jsou vztaženy na 1 kW štičkového příkonu spotřebiče.

Teplo, které způsobuje změnu teploty objektu, se označuje jako teplo citelné. [10]

Latentní teplo je teplo potřebné pro změnu skupenství. Aby látka své skupenství změnila, potřebuje odebírat nebo dodávat teplo. Teplota dané látky ale zůstává nezměněná.

Tabulka 4 Produkce citelného a latentního tepla a vlhkosti [3]

			ELEKTRICKÉ A PARNÍ SPOTŘEBIČE			PLYNOVÉ SPOTŘEBIČE		
Č.	KUCHYŇSKÁ OBLAST	OZNAČENÍ TEPELNÉHO KUCHYŇSKÉHO SPOTŘEBIČE	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA Q _s [W/Kw]	PRODUKCE LATENTNÍHO TEPLA Q _t [w/Kw]	PRODUKCE PÁRY D [g/(h* kW)]	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA Q _s [W/Kw]	PRODUKCE LATENTNÍHO TEPLA Q _t [w/Kw]	PRODUKCE PÁRY D [g/(h* kW)]
1.1	Vaření, paření, dušení	Varné kotle a varné automaty	35	200	294	100	300	441
1.2		Tlakové kotle	40	10	15	-	-	-
1.3		Vysokotlaké pařáky - zásuvné	25	200	294	-	-	-
1.4		Vysokotlaké pařáky - průchodné	25	200	294	-	-	-
1.5		Horkovzdušné pařáky	120	180	265	-	-	-
2.1	Smažení, grilování, pečení	Výklopné pánve	450	400	588	450	450	630
2.2		Smažicí, grilovací a rožničí plotýnky	330	400	588	350	400	588
2.3		Grily a salamandrové spotřebiče	700	175	25	720	200	294
2.4		Smažicí a pečí trouby	350	160	235	350	200	294
2.5		Horkovzdušné spotřebiče	70	150	220	100	150	220
2.6		Smažicí a grilovací automaty pro rychlé opékání	250	230	338	-	-	-
2.7		Automaty na omáčky	150	160	235	-	-	-
2.8		Fritézy	90	700	1030	90	700	1030
2.9		Fritovací automaty s integr.odsáváním	50	100	147	-	-	-
		Fritovací automaty bez odsávání	50	550	808	-	-	-
3.1	Multifunkční, kvašení, roztávání, chlazení, doprava, udržení teploty	Sporáky *)	200	80	118	250	100	147
3.2		Stolní vaříče	200	150	220	250	150	265
3.3		Mikrovlnné spotřebiče	50	10	15	-	-	-
3.4		Vodní lázně	125	200	294	195	220	323
3.5		Teplé bufety a teplé skříně	350	-	-	350	-	-
3.6		Chladničky	700	-	-	-	-	-
3.7		Kuchyňské stroje	175	-	-	-	-	-
3.8		Dopravní zařízení **)	1000	-	-	-	-	-
4.1	Rozdělovací stravy	Výdejní spotřebič teplé stravy	125	200	-	-	-	-
4.2		Výdejní spotřebič studené stravy	700	-	-	-	-	-
4.3		Odkládač nádobí	300	-	-	-	-	-
4.4		Zařízení pro teplé nápoje	100	200	-	-	-	-

*) násobeno faktorem varné plotny:

pro elektro a parní spotřebiče:	hromadná varná plotna	= 1,0
	keramická varná plotna	= 1,0
	indukční varné místo	= 0,35
	velkoplošné plotny	= 1,3
pro plynové spotřebiče:	otevřené varné místo	= 1,0
	žhavicí plotna	= 1,2
	keramická varná deska	= 0,8

**) celkový výkon přechází jako teplo do prostoru

Stanovení konvekční tepelné zátěže:

$$Q_{s,k} = P \times Q_s \times b \times \varphi \quad (1.1)$$

kde: P ... instalovaný příkon kuchyňského zařízení [kW]
 Q_s ... měrná produkce citelného tepla [W/kW]
 $b = 0,5$... konvekční složka předaného tepla [-]
 φ ... součinitel současnosti [-]

Tabulka 5 Rozdělení kuchyní pro stanovení součinitele současnosti provozu [3]

DRUH KUCHYNĚ	MALÉ KUCHYNĚ			STŘEDNÍ KUCHYNĚ			VELKÉ KUCHYNĚ		
	POČET PORCÍ ZA DEN	POČET PORCÍ VYDANÝCH V DOBĚ JÍDLA	SOUČINITEL SOUČASTNOSTI	POČET PORCÍ ZA DEN	POČET PORCÍ VYDANÝCH V DOBĚ JÍDLA	SOUČINITEL SOUČASTNOSTI	POČET PORCÍ ZA DEN	POČET PORCÍ VYDANÝCH V DOBĚ JÍDLA	SOUČINITEL SOUČASTNOSTI
Gastronomické provozy (bufety, restaurace, hotelové kuchyně)	< 100	-	1,0	< 250	-	0,7	250	-	0,7
Kuchyně v kantýnách, kasinech, menzách	-	150	0,8	-	< 500	0,6	-	> 500	0,6
Kuchyně v nemocnicích - hlavní	-	250	0,8	-	< 650	0,6	-	> 650	0,6
Kuchyně v nemocnicích - rozdělovací	-	40	1,0	-	-	-	-	-	-
Kuchyně v domovech	-	100	0,9	-	< 250	0,6	-	> 250	0,6
Kuchyně přípravy, třídící kuchyně	-	50	0,9	-	< 400	0,6	-	> 400	0,6
Průmyslové pokrmy (odloučené kuchyně, mrazicí kuchyně, centrální kuchyně)	-	-	-	< 3000	-	0,7	-	> 3000	0,7

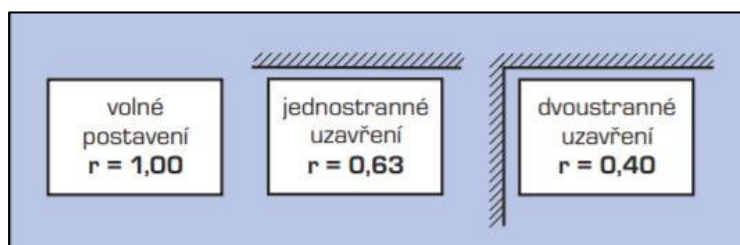
Výpočet termického proudu vzduchu od jednotlivých zařízení:

$$V_{th} = k \times Q_{s,k}^{1/3} \times (z + 1,7 \times d_{hydr})^{5/3} \times r \quad (1.2)$$

kde: $k=18$... empiricky stanovený koeficient $[m^{4/3}/(W^{1/3}h)]$
 $Q_{s,k}$... konvekční tepelná zátěž $[W]$
 z ... účinná odsávací výška pro zdroj $[m]$
 d_{hydr} ... hydraulický průměr zdrojů $[m]$
 r ... redukční polohový faktor $[-]$

$$d_{hydr} = 2 \times L_0 \times B_0 / (L_0 + B_0) \quad (1.3)$$

kde: L_0, B_0 ... půdorysné rozměry zdroje tepla $[m]$



Obrázek 14 Redukční polohový faktor [1].

Výpočet množství odváděného vzduchu zákrytem:

$$V_{ods,zák} = V_{th} \times a \quad (1.4)$$

kde: V_{th} ... termický proud vzduchu [m³/h]
 a ... přírážkový součinitel narušení termického proudu [-]

Tabulka 6 Směrné hodnoty pro přírážkový součinitel [3]

TYP PROUDĚNÍ		PŘÍRÁŽKOVÝ SOUČINITEL
SMĚŠOVACÍ	tangenciální výústky	1,25
	stropní výústky	1,20
ZAPLAVOVACÍ	stropní výústky	1,10
	výústky v pracovní oblasti	1,05

Dále je nutné odvádět spaliny z plynových spotřebičů pod zákryty. Množství spalin se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$V_{g,ods} = 1,35 \times P \times \varphi \quad (1.5)$$

kde: P ... instalovaný příkon kuchyňského zařízení [kW]
 φ ... součinitel současnosti [-]

Výpočet celkového množství odváděného vzduchu z kuchyně se liší podle toho, zda je vzduch odsávaný zákryty nebo odsávacím stropem.

Odsávání zákryty:

$$\sum V_{ods} = \sum V_{ods,zák} + V_{th,ne} \times a \quad (1.6)$$

kde: $V_{ods,zák}$... množství odváděného vzduchu zákrytem [m³/h]
 $V_{th,ne}$... termický proud vzduchu mimo zákryt [m³/h]
 a ... přírážkový součinitel narušení termického proudu [-]

Odsávání stropem:

$$\sum V_{ods} = \sum V_{th} \times a \quad (1.7)$$

kde: V_{th} ... termický proud vzduchu [m³/h]
 a ... přírážkový součinitel narušení termického proudu [-]

Výška odsávání se uvažuje $H = 2,5$ m

Kontrolní výpočet vlhkostní bilance:

Tento výpočet se provádí jako kontrola množství odsávaného vzduchu, které je potřeba pro ochranu před kondenzací.

$$V_{ods} = \frac{\sum_{j=1}^m M_d \times \varphi}{(x_{ods} - x_{př}) \times \rho} \quad (1.8)$$

kde: M_d ... produkce vodní páry od zařízení [g/h]
 φ ... součinitel současnosti [-]
 $(x_{ods} - x_{př}) = 4 \text{ g/kg s.v.}$ (dle VDI 2052 $\Delta x = 6 \text{ g/kg s.v.}$)
 ρ ... objemová hmotnost vzduchu [kg/m³]

Množství přiváděného vzduchu:

Aby byla zajištěna rovnotlaká bilance přiváděného a odváděného vzduchu z prostoru kuchyně, platí:

$$\sum V_{ods} = \sum V_{př} \quad (1.9)$$

5. EKONOMIKA PROVOZU VZT V KUCHYNI

Podle dosavadních zkušeností se na celkové ekonomii vzduchotechniky nových a rekonstruovaných velkokuchyňských zařízení podílí zejména [3]:

- návrh provozně optimálního větracího výkonu - s reálnou současností provozu,
- automatická regulace větracího výkonu podle skutečné aktuální tepelné nebo vlhkostní zátěže,
- vhodné uspořádání kuchyňských spotřebičů v prostoru - varná centra,
- zvolený způsob distribuce přiváděného a odváděného vzduchu,
- instalace zařízení pro zpětný zisk tepla z odpadního vzduchu.

5.1. Výpočet provozních nákladů na větrání

Tepelná energie potřebná pro ohřev přiváděného vzduchu:

$$Q_v = V \times \rho \times c \times z \times D_{větr} \times 10^{-3} \quad (1.10)$$

kde: V ... množství přivodního vzduchu [m³/s]
 $c = 1,01 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$
 z ... počet provozních hodin VZT [h/den]
 $D_{větr}$... počet denostupňů pro větrání v topném období pro $t = 19^\circ\text{C}$ v závislosti na denní době provozu

Skutečná spotřeba tepla pro ohřev se následně spočítá ze vztahu:

$$Q_{vs} = \frac{e \times Q_v}{\eta_k \times \eta_r \times \eta_p} \quad (1.11)$$

kde: e ... součinitel současnosti chodu (0,7 až 0,9)

$\eta_k, \eta_r, \eta_p \dots$ účinnost kotlů, rozvodů, provozování

Při instalaci ZZT výměníku, stanoví se spotřeba tepla takto:

$$Q_{vs}^r = Q_{vs} \times (1 - \eta) \times \Psi \quad (1.12)$$

kde: η ... účinnost rekuperace
 Ψ ... součinitel bilančního využití odpadního tepla (0 až 0,6)

Roční náklady:

$$P_v = Q_{vs} \times 3,6 \times C_t \quad (1.13)$$

kde: C_t ... cena 1 GJ tepla [Kč/GJ]

Elektrická energie pro pohon ventilátorů:

$$N_v = \frac{V \times \Delta p}{1000 \times \eta_m \times \eta_p \times \eta_v} \quad (1.14)$$

kde: V ... objem vzduchu dopravovaný [m³/s]
 Δp ... celkový tlak ventilátoru [Pa]
 η_m ... účinnost elektromotoru [-]
 η_p ... účinnost klínové řemenice (0,95) [-]
 η_v ... účinnost ventilátorů (dle charakteristiky) [-]

Roční spotřeba elektřiny:

$$E = N_v \times d \times z \quad (1.15)$$

kde: d ... počet provozních dnů za rok [den]
 z ... počet provozních hodin VZT [h/den]

Roční náklady:

$$P_e = E \times C_e \quad (1.16)$$

kde: C_e ... cena 1 kWh elektrické energie [Kč/kWh]

Odhadem se dále stanoví také náklady na údržbu a opravy vzduchotechnického zařízení.

5.2. Výpočet efektivnosti návrhové varianty řešení [3]

Investora většinou zajímá doba návratnosti jeho investice, případně proč by měl investovat do dražší varianty, je-li provozně úspornější. Předpokladem pro výpočet je fakt, že investor hradí celé dílo z vlastních zdrojů a nezapočítávají se tedy úroky a splátky.

Prostá návratnost vynaložených prostředků:

$$\tau = \frac{IN_r - IN_o}{\sum P_o - \sum P_r} \quad (1.17)$$

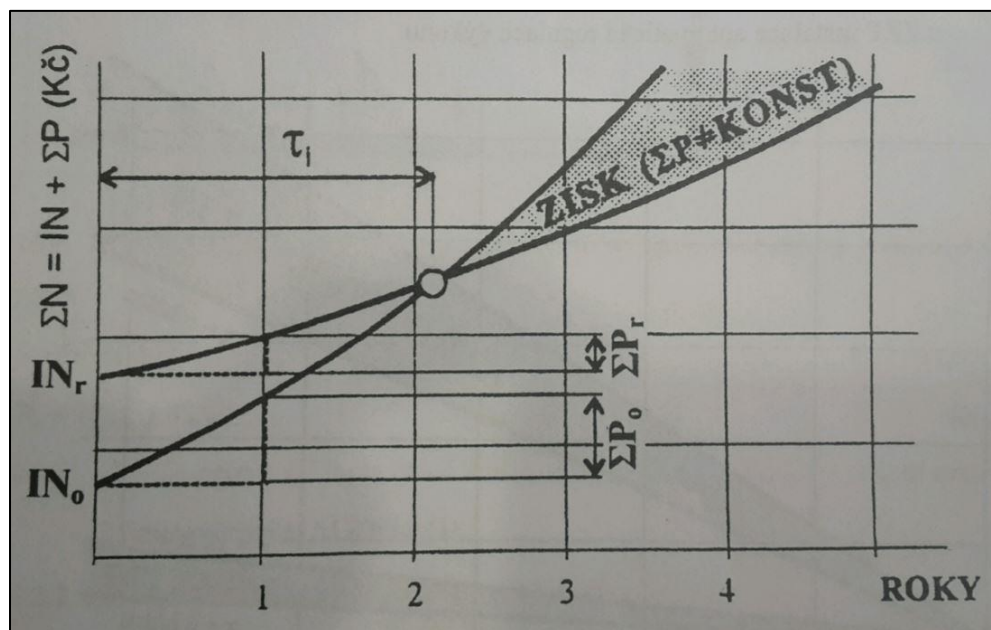
kde:	IN_r	... investiční náklady dražší varianty	[Kč/rok]
	IN_o	... investiční náklady levnější varianty	[Kč/rok]
	P_r	... provozní náklady dražší varianty	[Kč/rok]
	P_o	... provozní náklady levnější varianty	[Kč/rok]

Zisk v i-tém roce provozu:

platí: $i > \tau$

$$\sum Z = (\sum P_o - \sum P_r) \times (i - \tau) \quad (1.9)$$

kde:	i	... požadovaný rok provozu	[rok]
	τ	... prostá doba návratnosti	[rok]



Obrázek 15 Časový průběh souhrnných nákladů při konstantních provozních nákladech. [3]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

VĚTRÁNÍ STRAVOVACÍCH PROVOZŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kristýna Havlátová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARIAN FORMÁNEK, Ph.D.

BRNO 2018

1. ANALÝZA OBJEKTU

Jedná se o polyfunkční budovu, která se nachází v Brně na ulici Veveří. Objekt má 4 podzemní podlaží a 9 nadzemních podlaží. Nachází se zde podzemní parkoviště, polyfunkční sál, hotelové pokoje a restaurace s kuchyní. V celém objektu již je navržený systém vzduchotechniky, který je v provozu od roku 2012.

Tato práce řeší pouze větrání kuchyně. V následující kapitole je popsán současný stav větrání včetně přiložené výkresové dokumentace. Investor plánuje rozšíření a úpravu kuchyňského vybavení a také přesun varného centra z kuchyně do prostoru restaurace. Návrh větrání jsem zpracovala ve třech variantách.

2. SOUČASNÝ STAV

2.1. Provozní celky

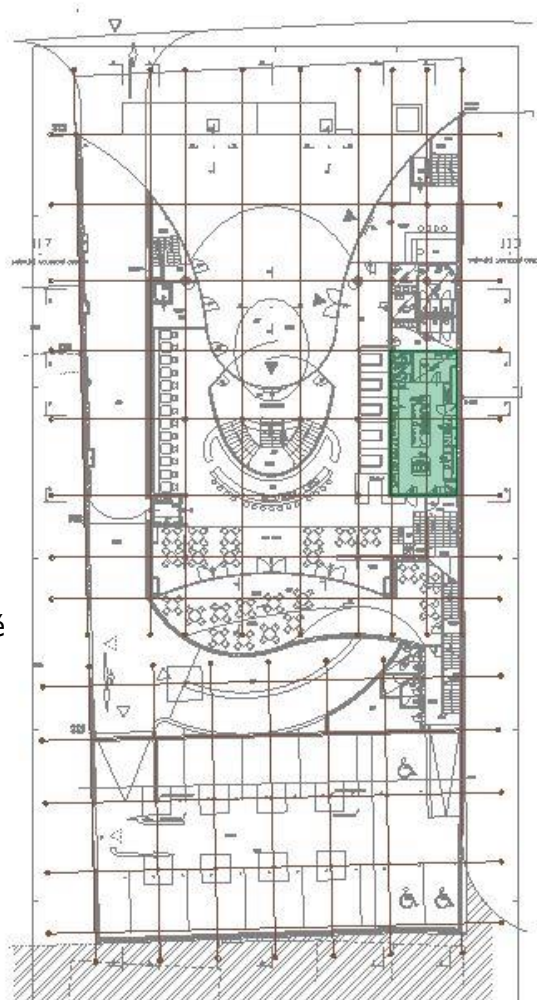
Prostor kuchyně je na obrázku 1.1 označen zelenou barvou. Kuchyně tvoří samostatný provozní celek, který je obsluhován vzduchotechnickou jednotkou Robatherm. Je přiváděno 4 000 m³/h větracího vzduchu a odváděno 4 900 m³/h vzduchu znehodnoceného. VZT jednotka je umístěna na střeše objektu.

Tabulka místností:

OZN. M.	NÁZEV	PLOCHA [m ²]	OBJEM [m ³]
S111	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	2,62	7,86
S112	WC PERSONÁL	1,60	4,80
S113	PŘÍRUČNÍ SKLAD	9,58	28,74
S114	KUCHYNĚ	51,23	153,69

V rámci popisu skutečného stavu zmíním i restauraci, která s kuchyní sousedí. Vzduchotechnická jednotka je umístěna ve strojovně VZ, která se nachází ve 2.PP a obsluhuje restauraci a hygienické zázemí.

OZN. M.	NÁZEV	PLOCHA [m ²]	OBJEM [m ³]
S118	RESTAURACE	285,32	1683,39
S119	BAR	36,33	108,99



Obrázek 16 Půdorys 1.PP - rozdělení do provozních celků.

2.1.1. Kuchyň

Kuchyň o ploše 51,23 m² přímo sousedí s restaurací. Zařízení pro větrání kuchyně zajišťuje přívod potřebného množství upraveného vzduchu pro daný počet osob a technologií. Soupis kuchyňského vybavení je uveden v tabulce 7.

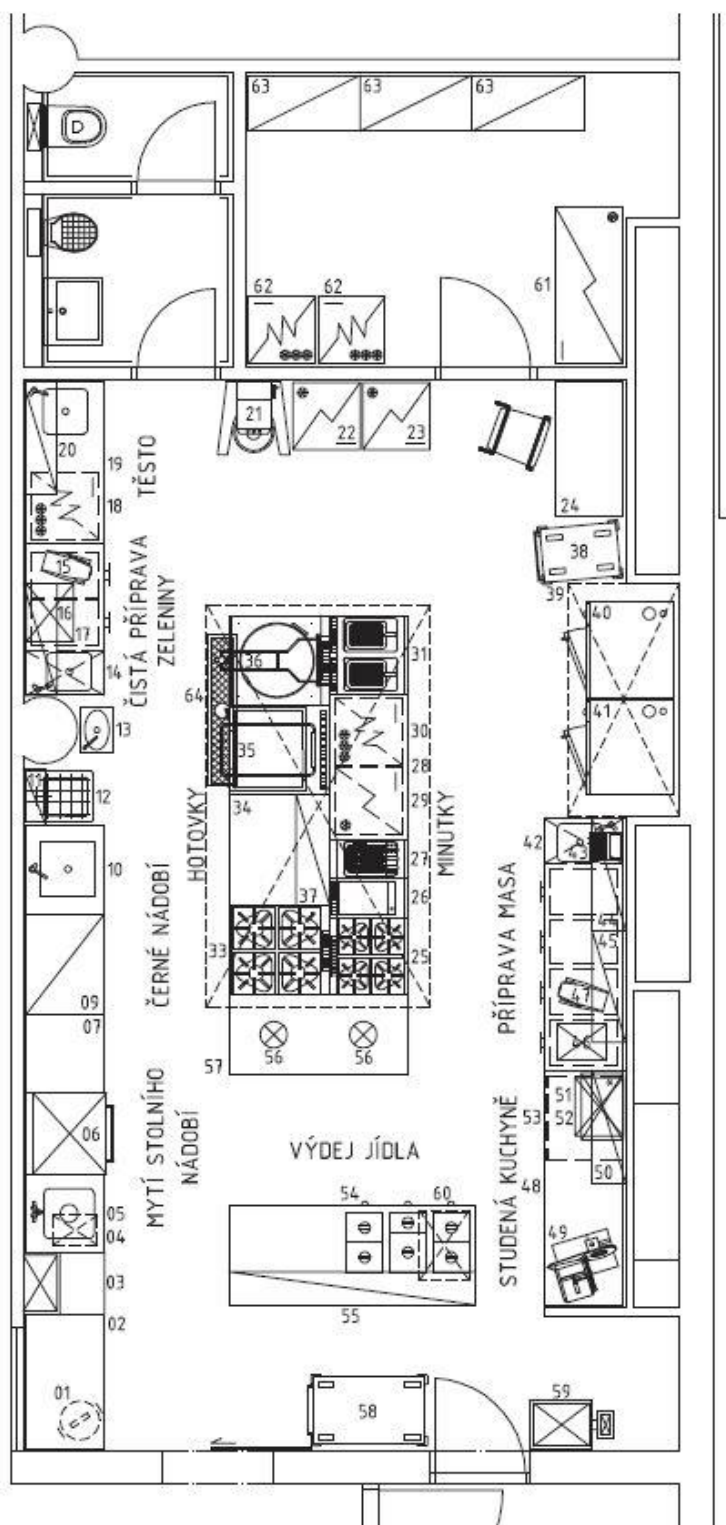
Tabulka 7 Soupis zařízení kuchyně.

POZICE	NÁZEV	PŘÍKON ELEKTRO [kW]	PŘÍKON PLYN [kW]
14	Chladicí sůl	0,30	-
16	Mikrovlnná trouba	1,60	-
18	Podstolová mrazicí skříň	0,15	-
22	Chladicí skříň	0,20	-
23	Chladicí skříň	0,20	-
25	Sporák plynový	-	22,00
26	Grilovací deska plynová	-	5,50
27	Vařič těstovin	-	10,00
29	Chladicí skříň	1,00	-
31	Fritéza plynová	-	28,00
33	Sporák plynový s el.troubou	5,40	34,00
35	Pánev plynová	-	20,00
36	Kotel plynový	0,03	24,00
40	Konvektomat	11,00	-
41	Konvektomat	18,60	-
42	Chladicí stůl	0,30	-
51	Mikrovlnná trouba	1,60	-
52	Salamander elektrický	2,20	-
53	Šokový zchlazovač	1,35	-
54	Vodní lázeň, ohřev talířů	4,00	-
60	Holdomat	0,70	-
CELKOVÝ PŘÍKON [kW]		192,13	

V prostoru kuchyně je nyní udržován mírný podtlak - $V_p = 4\,000\text{ m}^3/\text{h}$, $V_o = 4\,900\text{ m}^3/\text{h}$. Vzduchotechnická jednotka je umístěna na střeše zvýšené části objektu na ocelovém rámu. Jednotka je vybavena deskovým rekuperačním výměníkem, vodním ohřevačem s teplotním spádem 80/60°C a vodním chladičem, který pracuje s teplotním spádem 15/19°C. Jako zdroj chladu je použita chladicí voda z tepelného čerpadla. Sání a výfuk je realizován nad střechou objektu přes sací a výfukovou žaluzii. Rozvody vzduchu jsou ze čtyřhranného a kruhového potrubí. Odvodní potrubí je vodotěsné a pata stoupačky je vybavena nátrubkem pro odvod kondenzátu.

Distribuci vzduchu v prostoru kuchyně zajišťuje systém větracího stropu GIF. Technicky je řešen jako zavěšený kazetový podhled, kdy meziprostor mezi stropem a kazetami je rozdělen přepážkami na

odvodní a přívodní komory. Navržená vstupní rychlost do potrubí a výstupní rychlost z potrubí je 3 m/s. Tlaková ztráta stropu na přívodu i odvodu byla uvažována 50 Pa.



Obrázek 17 Přídorys kuchyně.

2.1.1.1. Povrchové teploty spotřebičů v době obědů:

Konvektomat:



Sporák:



Fritéza:



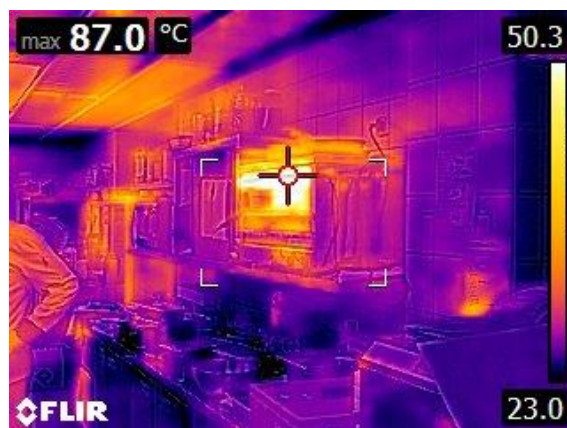
Pánev:



Kotel:



Salamander:



2.1.2. Restaurace

Restaurace má plochu 285,32 m² a přilehlý bar zaujímá 36,33 m². Při stanovení množství větracího vzduchu bylo uvažováno s obsazeností 95 hostů a 8 zaměstnanců. Konkrétní hodnoty dávek vzduchu jsou zobrazeny v tabulce 8. Výsledné množství potřebného vzduchového výkonu bylo stanoveno na základě potřebných dávek vzduchu a podle potřebných vzduchových výkonů pro pokrytí tepelných zisků a ztrát.

Pro výpočet tepelných zisků od vnitřních zdrojů bylo uvažováno s následujícími hodnotami:

lidé	65 W/osobu při $t_i=24^{\circ}\text{C}$
osvětlení restaurace	18 W/m ² (cca 300 lx)

Restaurace je teplovzdušně větrána a chlazena.

Obecně bylo vycházeno z předpokladu, že v letním období je vnitřní výpočtová teplota 26°C a v zimním období minimálně 19°C. Dle souhrnné technické zprávy jsou však tepelné ztráty pokrývány profesí ÚT. Profese vzduchotechnika kryje pouze ztráty budovy větracím vzduchem a částečně pokrývá tepelnou ztrátu restaurace - zajišťuje dotápění 10kW přiváděným vzduchem.

Tabulka 8 Dávky vzduchu na počet osob.

		počet	tř. práce	m ³ /hod/os.	Σ m ³ /hod	
Restaurace	zaměstnanci	4	IIa	70	280	4280
	hosté	80	-	50	4000	
Bar	zaměstnanci	4	IIa	70	280	1030
	hosté	15	-	50	750	

Vzduchotechnická jednotka je umístěna ve strojovně v 2.PP a je vybavena deskovým rekuperačním výměníkem. Jako zdroj chladu je zde použita chladicí voda z tepelného čerpadla. Vodní chladič pracuje s teplotním spádem 15/19°C, vodní ohřívač má teplotní spád 80/60°C. Do prostoru je přiváděno celkem 8 380 m³/hod větracího vzduchu a odváděno je 8 370 m³/hod vzduchu znehodnoceného. Prostor je tedy v nepatrném přetlaku. Vzduch je do jednotky nasáván ze sací šachty přes protidešťovou žaluzii, výfuk je vyveden do prostoru garáží.

Do restaurace je upravený vzduch přiváděn ze čtyřhranného potrubí, které je opatřeno tlumičem hluku. Jako koncové elementy byly navrženy čtyřhranné vyústky, vířivé anemostaty a talířové ventily. Odvod vzduchu je realizován z prostoru dutiny v podhledu nad barem. Přírodní i vyfukovaný vzduchu jsou filtrovány filtry třídy EU4.

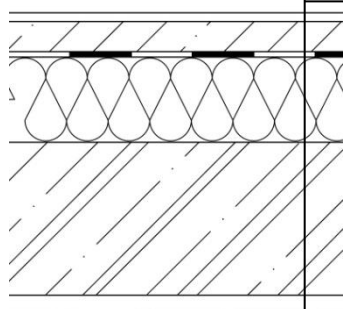
Výkresová dokumentace stávajícího stavu větrání kuchyně a restaurace je přiložena v této diplomové práci v části Přílohy.

3. SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

Pro výpočet tepelných zátěží a ztrát bylo uvažováno s těmito skladbami:

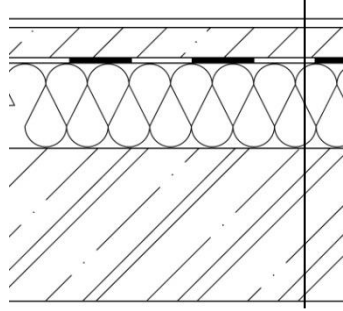
Podlaha :

	PODLAHA - DLAŽBA	15 mm	$\lambda=1,010 \text{ W/mK}$
	BETONOVÁ MAZANINA	60 mm	$\lambda=1,400 \text{ W/mK}$
	PE FÓLIE	0,2 mm	$\lambda=0,200 \text{ W/mK}$
	TI ROCKWOOL STEP ROCK	80 mm	$\lambda=0,037 \text{ W/mK}$
	STROPNÍ KONSTRUKCE	250 mm	$\lambda=1,580 \text{ W/mK}$
	VÁPENOCEM. OMÍTKA	15 mm	$\lambda=0,990 \text{ W/mK}$

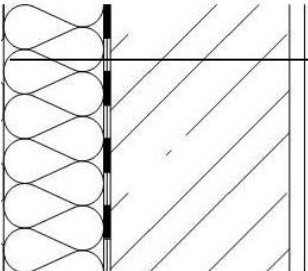


Strop:

	PODLAHA - DLAŽBA	15 mm	$\lambda=1,010 \text{ W/mK}$
	BETONOVÁ MAZANINA	60 mm	$\lambda=1,400 \text{ W/mK}$
	PE FÓLIE	0,2 mm	$\lambda=0,200 \text{ W/mK}$
	TI ROCKWOOL STEP ROCK	40 mm	$\lambda=0,037 \text{ W/mK}$
	STROPNÍ KONSTRUKCE	250 mm	$\lambda=1,580 \text{ W/mK}$
	VÁPENOCEM. OMÍTKA	15 mm	$\lambda=0,990 \text{ W/mK}$

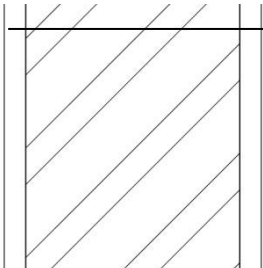


Obvodové stěny:

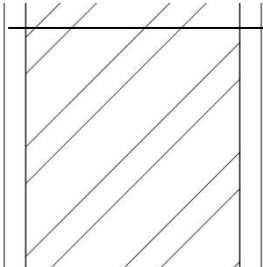


EPS TEPELNÁ IZOLACE	160 mm	$\lambda=0,034 \text{ W/mK}$
PE FÓLIE	0,2 mm	$\lambda=0,200 \text{ W/mK}$
ŽELEZOBETON	300 mm	$\lambda=1,580 \text{ W/mK}$
VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15 mm	$\lambda=0,990 \text{ W/mK}$

Vnitřní příčky:



OMÍTKA	15 mm	$\lambda=0,990 \text{ W/mK}$
ZDIVO YTONG P3-550	150 mm	$\lambda=0,170 \text{ W/mK}$
OMÍTKA	15 mm	$\lambda=0,990 \text{ W/mK}$



OMÍTKA	15 mm	$\lambda=0,990 \text{ W/mK}$
ZDIVO YTONG P3-550	300 mm	$\lambda=0,170 \text{ W/mK}$
OMÍTKA	15 mm	$\lambda=0,990 \text{ W/mK}$

Tabulka 9 Posouzení součinitelů prostupu tepla konstrukcí.

Konstrukce	Vypočítaný U [W/m ² K]	Požadovaný U [W/m ² K]	Doporučený U [W/m ² K]	Posouzení
Stěna mezi budovami	0,25	1,05	0,70	vyhovuje
Vnitřní nosné konstrukce	0,84	1,30	0,90	vyhovuje
Okno, prosklené části fasády	0,80	1,70	1,20	vyhovuje
Strop	0,66	1,05	0,70	vyhovuje
Podlaha	0,38	0,60	0,40	vyhovuje
Příčky tl. 300mm	0,49	-	-	
Příčky tl. 150 mm	0,85	-	-	
Dveře vnitřní	3,50	-	-	

4. TEPELNÁ BILANCE

Objekt byl postaven v proluce mezi dvěma budovami, nechráněný z hlediska působení klimatických vlivů je tak pouze ze dvou stran.

V celém objektu jsou tepelné ztráty pokrývány profesí ÚT, a proto se nepředpokládá, že by je v budoucnu měla řešit profese vzduchotechnika. Je zbudován systém tepelných čerpadel země – voda se 14 hloubkovými vrty. V letním období je akumulován chlad, který je odebírán pro chladicí systém budovy s teplotním spádem 6/12°C. V zimním období je akumulováno teplo, které je využíváno pro vytápění s teplotním spádem 65/55°C.

4.1. Tepelné ztráty prostupem tepla

S111	ÚKKLIDOVÁ MÍSTNOST	Výpočtová vnitřní teplota	Výpočtová venkovní teplota
		15 °C	-12 °C

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Č.k	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k .U _{kc} .e _k
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Č.k	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k .U _k .f _{ij}
STR	Strop	2,62	0,66	-0,333	-0,58
DN9	Dveře do S112	1,38	3,5	-0,333	-1,61
ST9	Stěna k S112	4,17	0,85	-0,333	-1,18
SN2	Stěna ke kuchyni	4,02	0,85	-0,333	-1,14
DN2	Dveře do kuchyně	1,38	3,5	-0,333	-1,61
ST11	Stěna k restauraci	4,95	0,85	-0,185	-0,78
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů rozdílných teplot $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)					-6,90

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

Č.k	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k .U _{kc} .b _u
PDL	Podlaha	2,62	0,38	0,02	0,40	0,37	0,39
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,39

Tepelné ztráty zeminou

Č.k	Popis	A _k	U _{equiv,bf}	A _k .U _{equiv,bf}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} .f _{g2} .G _w
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,bf}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$

					-6,51
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i-θe}	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)	
15	-12	27	-6,51	-175,71	

Celková tepelná ztráta:	-176 W
--------------------------------	---------------

S112	WC PERSONÁL	Výpočtová vnitřní teplota	Výpočtová venkovní teplota
		24 °C	-12 °C

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k .U _{kc} .e _k
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = Σ _k A _k .U _{kc} .e _k (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k .U _k .f _{ij}
ST9	Stěna k S111	4,17	0,85	0,250	0,89
DN9	Dveře do S111	1,38	3,5	0,250	1,21
ST7	Stěna k S112	3,00	0,85	0,250	0,64
ST10	Stěna k restauraci	3,00	0,85	0,111	0,28
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů rozdílných teplot H _{T,ij} = Σ _k A _k .U _k .f _{ij} (W/K)					3,01

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Č.k	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k .U _{kc} .b _u
PDL	Podlaha ke garážím	1,60	0,38	0,02	0,40	0,53	0,34
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H _{T,iue} = Σ _k A _k .U _{kc} .b _u (W/K)							0,34

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k	Popis	A _k	U _{equiv,bf}	A _k .U _{equiv,bf}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} .f _{g2} .G _w
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H _{T,ig} = (Σ _k A _k .U _{equiv,bf}).f _{g1} .f _{g2} .G _w (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}					3,35
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)	
24	-12	36	3,35	120,68	

Celková tepelná ztráta:	121 W
--------------------------------	--------------

S113	PŘÍRUČNÍ SKLAD	Výpočtová vnitřní teplota	Výpočtová venkovní teplota
		15 °C	-12 °C

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k .U _{kc} .e _k
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = Σ _k A _k .U _{kc} .e _k (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k .U _k .f _{ij}
ST6	Stěna k S109	11,55	0,85	-0,333	-3,27
ST7	Stěna k S112	3,00	0,85	-0,333	-0,85
ST1	Stěna ke kuchyni	8,62	0,85	-0,333	-2,44
DN1	Dveře do kuchyně	1,58	3,5	-0,333	-1,84
STR	Strop	9,58	0,66	-0,333	-2,11
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů rozdílných teplot H _{T,ij} = Σ _k A _k .U _k .f _{ij} (W/K)					-10,52

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Č.k	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k .U _{kc} .b _u
PDL	Podlaha	9,58	0,38	0,02	0,40	0,37	1,42
ST6	Stěna obvodová	4,50	0,25	0,02	0,27	0,37	0,45
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H _{T,iue} = Σ _k A _k .U _{kc} .b _u (W/K)							1,42

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k	Popis	A _k	U _{equiv,bf}	A _k .U _{equiv,bf}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} .f _{g2} .G _w
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H _{T,jg} = (Σ _k A _k .U _{equiv,bf}).f _{g1} .f _{g2} .G _w (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue + HT,ij + HT,ig					-9,10
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i-e}	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)	
15	-12	27	-9,10	-245,61	

Celková tepelná ztráta:	-246 W
--------------------------------	---------------

S114	KUCHYNĚ	Výpočtová vnitřní teplota	Výpočtová venkovní teplota
		24 °C	-12 °C

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
ST4	Stěna k restauraci	7,87	0,49	0,111	0,43
DN4	Dveře k restauraci	1,58	3,5	0,111	0,61
ST5	Stěna k restauraci	37,80	0,85	0,111	3,57
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů rozdílných teplot $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)					4,61

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST1	Stěna k S113	8,62	0,85	0,02	0,87	0,25	1,87
DN1	Dveře do S113	1,58	3,50	0,02	3,52	0,25	1,39
ST2	Stěna k S111	4,02	0,85	0,02	0,87	0,25	0,87
DN2	Dveře do S111	1,38	3,50	0,02	3,52	0,25	1,21
PDL	Podlaha	51,23	0,38	0,02	0,40	0,53	10,82
ST3	Stěna k S116	6,82	0,49	0,02	0,51	0,25	0,87
DN3	Dveře do S116	1,58	3,50	0,02	3,52	0,25	1,39
ST6	Stěna obvodová	37,80	0,25	0,02	0,27	0,53	5,39
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							23,82

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k	Popis	A_k	$U_{equiv,bf}$	$A_k \cdot U_{equiv,bf}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,bf}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							0,00	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$					28,43
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	
24	-12	36	28,43	1023,43	

Celková tepelná ztráta:	1023 W
--------------------------------	---------------

4.2. Tepelné zisky

Výpočet tepelných zisků pro místnost č. S114 - Kuchyně jsem provedla v programu Teruna.

Výpočtová teplota vnitřního vzduchu je 26°C. Do výpočtu jsem uvažovala referenční rok chladné zimy a teplého léta, výpočet je potom proveden pro den 21. července. V modelu je uvažováno s následujícím provozem:

6:00 přijdou dva zaměstnanci do kuchyně a začínají připravovat snídani a dezerty
7:00 - 10:00 příprava snídaní a dezertů, v provozu jsou již spotřebiče k tomu určené
10:00 - 19:00.... v kuchyni je přítomno 6 zaměstnanců, všechny spotřebiče jsou aktivní
19:00-22:00 přítomni 2 zaměstnanci, vaří se večeře, ve 22:00 se přestává vařit
22:00 - 23:00 ... závěrečný úklid provozu
23:00 2 zaměstnanci odcházejí

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK

***** ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU *****

Symetrická stěna

+-----Strop (51.23m², 0.35m, 1.042W/mK, 1575.7kg/m³, 1378.3kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----Podlaha (51.23m², 0.35m, 1.042W/mK, 1575.7kg/m³, 1378.3kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----Stěna k S113 (6.74m², 0.15m, 0.17W/mK, 700kg/m³, 1000kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----Stěna obvodová (37.8m², 0.5m, 1.042W/mK, 1575.7kg/m³, 1378.3kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----Stěna k S116 (5.24m², 0.3m, 1.042W/mK, 1575.7kg/m³, 1378.3kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----Stěna k restauraci 300mm (6.29m², 0.3m, 1.042W/mK, 1575.7kg/m³, 1378.3kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----Stěna k restauraci 150mm (37.8m², 0.15m, 0.17W/mK, 700kg/m³, 1000kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----Stěna k S111 (2.64m², 0.15m, 0.17W/mK, 700kg/m³, 1000kJ/kgK)

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 154m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: ANO

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 6 - 23h, 1536W

Větrání: NE

Ostatní tepelné zdroje[1]: 7 - 10h, 14480W

Ostatní tepelné zdroje[2]: 10 - 19h, 37745W

Ostatní tepelné zdroje[3]: 19 - 22h, 24290W

Odpar vody[1]: 7 - 10h, 1m², 11267kg/m²h

Odpar vody[2]: 10 - 19h, 1m², 73059kg/m²h

Odpar vody[3]: 19 - 22h, 1m², 44350kg/m²h

Biologická produkce[1]: 6 - 8h, 75kg, počet osob: 2

Biologická produkce[2]: 8 - 22h, 75kg, počet osob: 6

Biologická produkce[3]: 22 - 23h, 75kg, počet osob: 2

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 18.92h: Citelné teplo Max= 32459.21W

21.7. 5.92h: Citelné teplo Min= 1323.63W

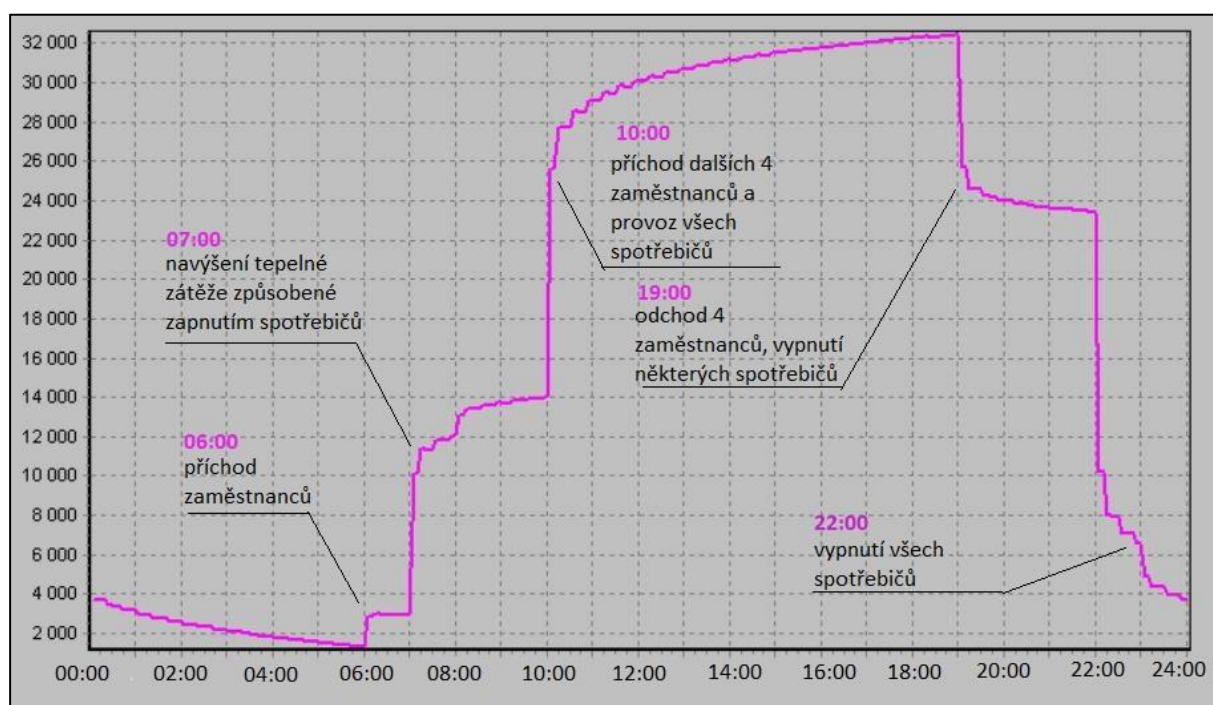
21.7. 18.92h: Vázané teplo=333.97W Merna Tz = 90.88W/K

21.7. 18.92h: Potřeba chladu = 417.35kWh Potřeba tepla = 0kWh

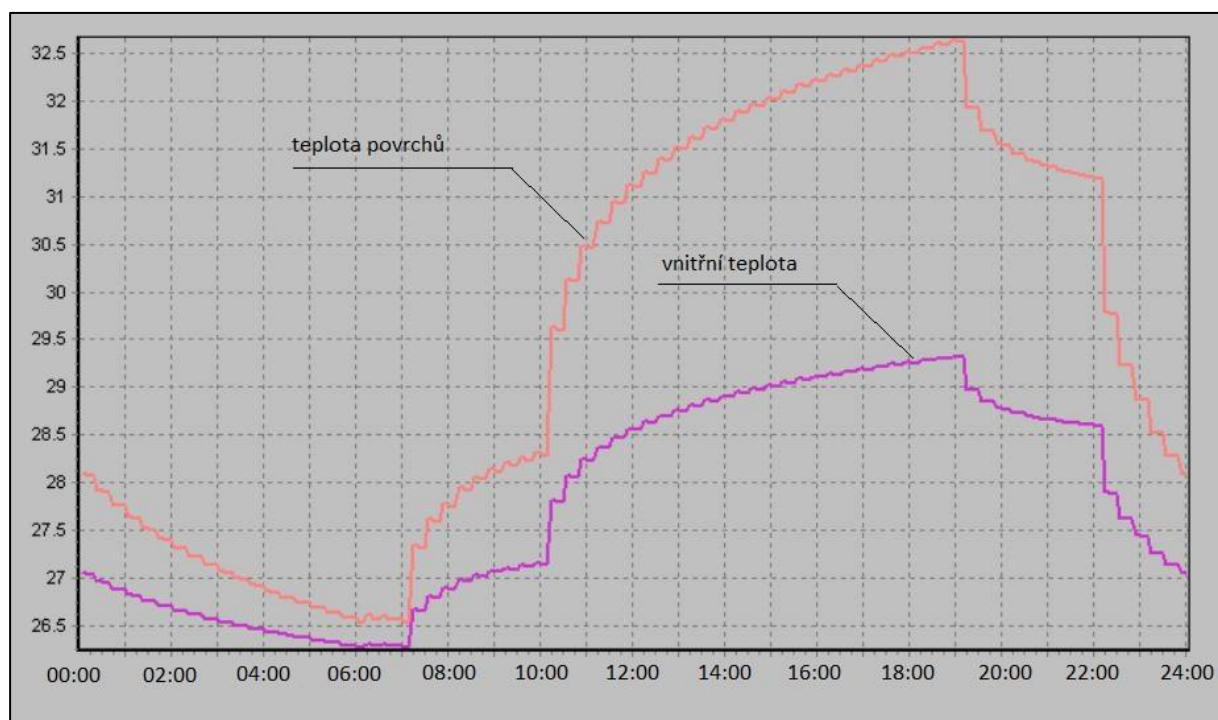
Suma potřeby chladu = 417.35kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh

TEPELNÁ ZÁTĚŽ:

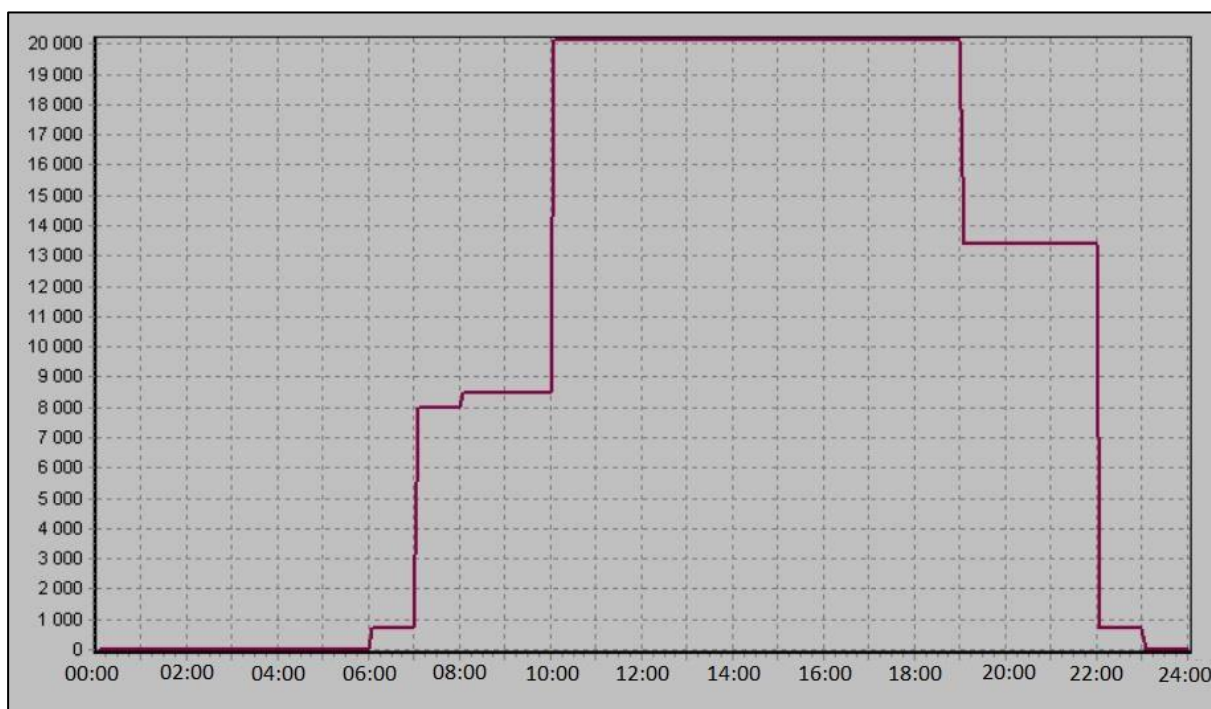


TEPLOTA POVRCHŮ A VÝSLEDNÁ VNITŘNÍ TEPLOTA:

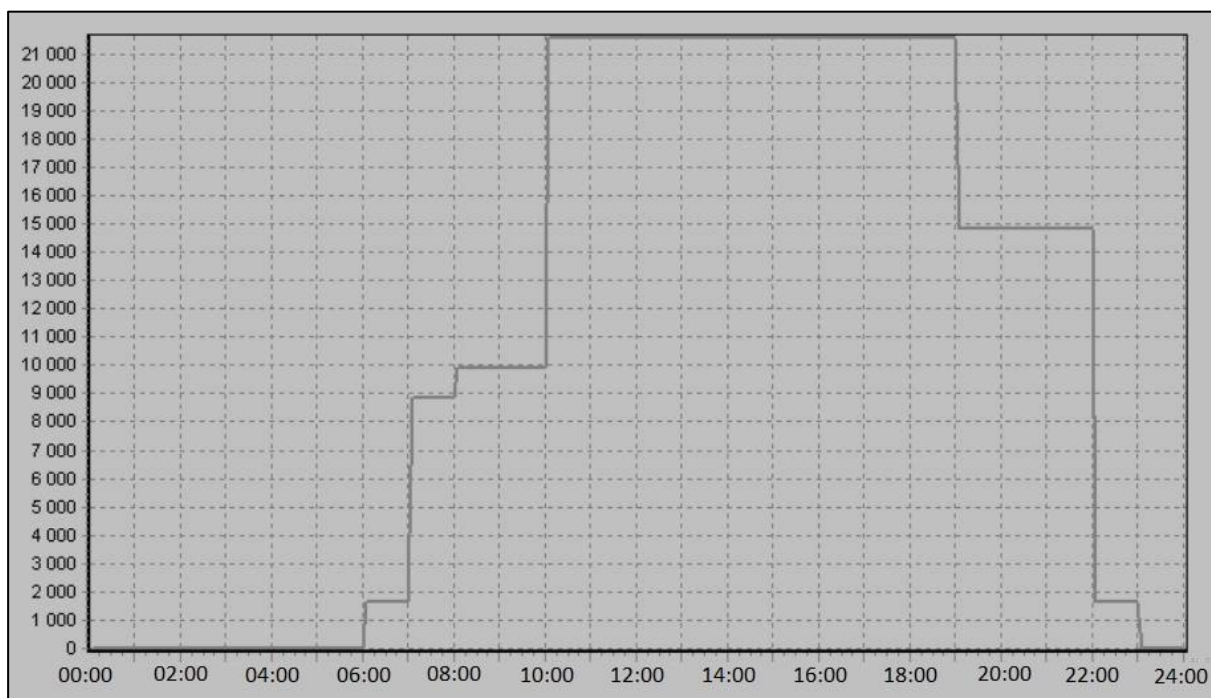


TEPELNÝ TOK KONVEKCIÍ:

Vzhledem ke zvolenému poměru sálání 0.5 dle VDI 2052 je tepelný tok konvekce shodný s tepelným tokem sáláním.



TEPELNÝ TOK SÁLÁNÍM:



4.3. Tepelně vlhkostní bilance dle VDI 2052

VDI 2052 přiřazuje každému spotřebiči hodnoty produkce citelného tepla, latentního tepla a produkce vlhkosti na 1kW příkonu. Z příkonu konkrétního zařízení lze spočítat hodnotu celkovou pro daný spotřebič.

Tabulka 10 Produkce tepla a vlhkosti gastrospotřebičů dle VDI 2052.

SOUPIS ZAŘIZENÍ				ELEKTRICKÁ ZAŘIZENÍ			PLYNOVÁ ZAŘIZENÍ			CELKEM					
POZICE	NÁZEV	PŘÍKON ELEKTRO [kW]	PŘÍKON PLYN [kW]	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA [W/kW]	PRODUKCE LATENTNÍHO TEPLA [W/kW]	PRODUKCE VLHKOSTI [g/(h·kW)]	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA [W/kW]	PRODUKCE LATENTNÍHO TEPLA [W/kW]	PRODUKCE VLHKOSTI [g/(h·kW)]	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA [W]	PRODUKCE LATENTNÍHO TEPLA [W]	PRODUKCE VLHKOSTI [g/h]	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA [W]	PRODUKCE LATENTNÍHO TEPLA [W]	PRODUKCE VLHKOSTI [g/h]
14	Chladicí sůl	0,30	-	700	-	-	-	-	-	210	-	-	-	-	-
16	Mikrovlnná trouba	1,60	-	50	10	15	-	-	-	80	16	24	-	-	-
18	Podstolová mrazicí skříň	0,15	-	700	-	-	-	-	-	105	-	-	-	-	-
22	Chladicí skříň	0,20	-	700	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-
23	Chladicí skříň	0,20	-	700	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-
25	Sporák plynový	-	22,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	Grilovací deska plynová	-	5,50	-	-	-	720	200	294	-	-	-	3960	1100	1617
27	Vařič těstovin	-	10,00	-	-	-	250	150	265	-	-	-	2500	1500	2650
29	Chladicí skříň	1,00	-	700	-	-	-	-	-	700	-	-	-	-	-
31	Fritéza plynová	-	28,00	-	-	-	90	700	1030	-	-	-	2520	19600	28840
33	Sporák plynový s el.troubou	5,40	34,00	350	160	235	250	100	147	1890	864	1269	8500	3400	4998
35	Pánev plynová	-	20,00	-	-	-	450	450	630	-	-	-	9000	9000	12600
36	Kotel plynový	0,03	24,00	35	200	294	100	300	441	1,05	6	8,82	2400	7200	10584
40	Konvektomat	11,00	-	35	200	294	-	-	-	385	2200	3234	-	-	-
41	Konvektomat	18,60	-	35	200	294	-	-	-	651	3720	5468,4	-	-	-
42	Chladicí stůl	0,30	-	700	-	-	-	-	-	210	-	-	-	-	-
51	Mikrovlnná trouba	1,60	-	50	10	15	-	-	-	80	16	24	-	-	-
52	Salamander elektrický	2,20	-	700	175	257	-	-	-	1540	385	565,4	-	-	-
53	Šokový zchlazovač	1,35	-	700	-	-	-	-	-	945	-	-	-	-	-
54	Vodní lázeň, ohřev talířů	4,00	-	425	200	294	-	-	-	1700	800	1176	-	-	-
60	Holdomat	0,70	-	125	200	-	-	-	-	87,5	140	-	-	-	-
CELKOVÝ PŘÍKON [kW]		192,13								8865	8147	11770	28880	41800	61289

CELKOVÁ PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA [W]	37 745
CELKOVÁ PRODUKCE LATENTNÍHO TEPLA [W]	49 947
CELKOVÁ PRODUKCE VLHKOSTI [g/h]	73 059

5. KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ Č. 1

Návrh funkčního větrání pro stávající kuchyni

Nejdříve jsem se rozhodla ověřit, jaké množství větracího vzduchu by bylo potřeba pro odvod tepelné zátěže a vlhkosti ve stávající kuchyni dle VDI 2052. Pro návrh odsávacích zákrytů jsem využila návrhový software společnosti ATREA s.r.o. .

5.1. Stanovení průtoku větracího vzduchu

V zadaném prostoru se nachází spotřebiče plynové i elektrické. S ohledem na možný únik spalin do prostoru kuchyně a otravu CO jsem navrhla systém větrání jako mírně přetlakový.

5.1.1. Výpočet dle VDI 2052

Výpočet množství odváděného vzduchu vychází ze stanovení konvekční tepelné zátěže $Q_{s,k}$. Ta se stanoví dle následujícího vztahu:

$$Q_{s,k} = P \times Q_s \times b \times \varphi \quad (1.1)$$

kde:	P	... instalovaný příkon kuchyňského zařízení	[kW]
	Q_s	... měrná produkce citelného tepla	[W/kW]
	$b = 0,5$... konvekční složka předaného tepla	[-]
	φ	... součinitel současnosti	[-]

Jedná se o hotelovou kuchyni s produkcí 150 porcí za den. Faktor současnosti je tedy 0,7.

Dále se stanoví termický proud vzduchu V_{th} , to je proud teplého vzduchu, který je indukovaný nad místem vaření:

$$V_{th} = k \times Q_{s,k}^{1/3} \times (z + 1,7 \times d_{hydr})^{5/3} \times r \quad (1.2)$$

kde:	$k=18$... empiricky stanovený koeficient	$[m^{4/3}/(W^{1/3}h)]$
	$Q_{s,k}$... konvekční tepelná zátěž	[W]
	z	... účinná odsávací výška pro zdroj	[m]
	d_{hydr}	... hydraulický průměr zdrojů	[m]
	r	... redukční polohový faktor	[-]

Termický proud vzduchu se vynásobí přírážkovým součinitelem a získáme množství odsávaného vzduchu. Uvažovala jsem směšovací proudění se stropními výústkami, přírážkový součinitel má hodnotu 1,2.

$$V_{ods,zák} = V_{th} \times a \quad (1.4)$$

kde:	V_{th}	... termický proud vzduchu	$[m^3/h]$
	a	... přírážkový součinitel narušení termického proudu	[-]

Od plynových spotřebičů je nutno odvádět spaliny. Množství potřebného vzduchu určuje rovnice:

$$V_{g,ods} = 1,35 \times P \times \varphi \quad (1.5)$$

kde: P ... instalovaný příkon kuchyňského zařízení [kW]
 φ ... součinitel současnosti [-]

Aby nedocházelo ke kondenzaci, provádí se kontrolní výpočet množství odsávaného vzduchu pro ochranu před kondenzací:

$$V_{ods} = \frac{\sum_{j=1}^m M_d \times \varphi}{(x_{ods} - x_{př}) \times \rho} \quad (1.8)$$

kde: M_d ... produkce vodní páry od zařízení [g/h]
 φ ... součinitel současnosti [-]
 $(x_{ods} - x_{př}) = 4 \text{ g/kg s.v. (dle VDI 2052 } \Delta x = 6 \text{ g/kg s.v.)}$
 ρ ... objemová hmotnost vzduchu [kg/m³]

Výpočet množství odsávaného vzduchu pro pokrytí produkcí tepla a vlhkosti a pro odvod spalin:

SOUPIS ZAŘIZENÍ				PRODUKCE DLE VDI 2052		VÝPOČET MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU									ODVOD SPALIN		VLHKOST
Č.	NÁZEV	L ₀ [m]	B ₀ [m]	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA [W]	PRODUKCE VLHKOSTI [g/h]	b [-]	φ [-]	Q _{s,k} [W]	d _{hydr} [m]	r [-]	V _{th} [m³/h]	V _{th, ne} [m³/h]	V _{ods,zák} [m³/h]	V _{ods,ne} [m³/h]	PŘÍKON PLYN [kW]	V _{g,ods} [m³/h]	V _{ods} [m³/h]
14	Chladicí sůl	0,40	0,90	210	-	0,5	0,7	73,5	0,6	0,40	-	142,8	-	171,3	-	-	0,0
16	Mikrovlnná trouba	0,50	0,40	80	24			28,0	0,4	0,63	-	143,6	-	172,3	-	-	3,5
18	Podstolová mrazicí skříň	0,70	0,90	105	-			36,8	0,8	0,63	-	227,3	-	272,8	-	-	0,0
22	Chladicí skříň	0,70	0,70	140	-			49,0	0,7	0,63	-	229,4	-	275,3	-	-	0,0
23	Chladicí skříň	0,70	0,70	140	-			49,0	0,7	0,63	-	229,4	-	275,3	-	-	0,0
25	Sporák plynový	0,70	0,90	5 500	3 234			1 925,0	0,8	1,00	1 057,9	-	1 269,5	-	22,00	20,79	471,6
26	Grilovací deska plynová	0,35	0,90	3 960	1 617			1 386,0	0,5	1,00	667,6	-	801,1	-	5,50	5,20	235,8
27	Vařič těstovin	0,35	0,90	2 500	2 650			875,0	0,5	1,00	572,7	-	687,2	-	10,00	9,45	386,5
29	Chladicí skříň	1,30	0,90	700	-			245,0	1,1	1,00	706,0	-	847,3	-	-	-	0,0
31	Fritéza plynová	0,70	0,90	2 520	28 840			882,0	0,8	1,00	815,6	-	978,7	-	28,00	26,46	4 205,8
33	Sporák plynový s el.troubou	0,80	0,90	10 390	6 267			3 636,5	0,8	1,00	1 395,9	-	1 675,0	-	34,00	32,13	913,9
35	Pánev plynová	0,80	0,90	10 890	13 869			3 811,5	0,8	1,00	1 417,9	-	1 701,5	-	20,00	18,90	2 022,6
36	Kotel plynový	0,80	0,90	4 290	11 853			1 501,5	0,8	1,00	1 039,4	-	1 247,3	-	24,00	22,68	1 728,6
40	Konvektomat	0,80	0,80	385	3 234			134,8	0,8	0,40	176,8	-	212,2	-	-	-	471,6
41	Konvektomat	0,85	0,80	651	5 468			227,9	0,8	0,40	216,4	-	259,6	-	-	-	797,5
42	Chladicí stůl	0,40	0,90	210	-			73,5	0,6	0,63	-	224,8	-	269,8	-	-	0,0
51	Mikrovlnná trouba	0,50	0,40	80	24			28,0	0,4	0,63	-	143,6	-	172,3	-	-	3,5
52	Salamander elektrický	0,50	0,40	1 540	565			539,0	0,4	0,63	-	384,9	-	461,8	-	-	82,5
53	Šokový zchlazovač	0,70	0,90	945	-			330,8	0,8	0,63	-	472,8	-	567,4	-	-	0,0
54	Vodní lázeň, ohřev talířů	2,00	0,70	1 700	1 176			595,0	1,0	1,00	925,4	-	1 110,5	-	-	-	171,5
60	Holdomat	0,60	0,70	88	-			30,6	0,6	1,00	225,4	-	270,5	-	-	-	0,0
												ΣV _{ods} [m³/h]	13699		136	11495	

Průtok větracího vzduchu jsem stanovila jako maximální hodnotu z níže uvedených. Jedná se o vypočtené průtoky vzduchu, které jsou potřebné pro pokrytí tepelných ztrát, tepelných zátěží, vlhkostních zátěží, k zajištění potřebné výměny vzduchu v místnosti a k zajištění minimálních dávek vzduchu na osobu. Podle předpokladu je největší množství vzduchu potřeba pro pokrytí tepelné zátěže od vnitřních zdrojů. Jak je patrné z tabulky, výsledky z návrhového programu Teruna a dle VDI 2052 se liší o 4 000 m³/h. Tento rozdíl je podle mého názoru způsoben tím, že Teruna uvažuje přesné zapojení jednotlivých spotřebičů v provozu, včetně různého počtu zaměstnanců v kuchyni dle denní doby a lépe tak simuluje konkrétní provoz. Ve výpočtu VDI 2052 je proměnlivost provozu zohledněna pouze faktorem současnosti.

Pro výpočet průtoku vzduchu vylo uvažováno:

$$\Delta t_{\text{léto}} = 10\text{K}$$

$$\Delta t_{\text{zima}} = 6\text{K}$$

ZADÁNO														VYPOČTENO							
PARAMETRY MÍSTNOSTI							PARAMETRY VZDUCHU				TEPELNÁ BILANCE		VLHKOST. BILANCE	ODVOD VZDUCHU						ΔX	PŘÍVOD
							LÉTO		ZIMA					PRŮTOK VZDUCHU							
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA [m2]	OBJEM [m3]	POČET OSOB	DÁVKA VZDUCHU [m3/h]	VÝMĚNA [1/h]	VÝPOČTOVÁ VNITŘNÍ TEPLOTA [°C]	RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU [%]	VÝPOČTOVÁ VNITŘNÍ TEPLOTA [°C]	RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU [%]	TEP. ZISKY [W]	TEP. ZTRÁTY [W]	VODNÍ ZISKY [g/s]	PRO POKRYTÍ TEP. ZISKŮ [m³/h]	PRO POKRYTÍ TE. ZTRÁT [m³/h]	PRO ZAJIŠTĚNÍ POTŘEBNÉ VÝMĚNY [m³/h]	PRO ZAJIŠTĚNÍ POTŘEBNÉ DÁVKY [m³/h]	DLE VDI 2052 [m³/h]	MAXIMUM [m³/h]	ODVLHČENÍ [g/kg.s]	PRŮTOK VZDUCHU [m3/h]
114	KUCHYNĚ	51	154	6	50	15	26	60	24	60	32 459	1 069	76 293	9 641	529	2 305	300	13 700	13 700	11 495	14 000

Plynové spotřebiče mohou být v provozu pouze pokud je v provozu vzduchotechnické zařízení. Pro odvod spalin je potřeba 136 m³/h větracího vzduchu.

5.1.2. Výpočet dle návrhového programu firmy ATREA

Program VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ počítá v souladu s VDI 2052. Po zadání příkonů, umístění a rozměrů jednotlivých zařízení se automaticky dopočítá produkce tepla a vodní páry.

Parametry spotřebiče

Spotřebič je umístěn v místnosti: S114 - Kuchyně

Spotřebič

Pozice: 33 Název: Sporák plynový s ele. troubou počet kusů: 1

Informace z databáze: Výrobce: Délka: 810 mm Šířka: 900 mm Výška horní hrany: 900 mm Model:

Měrná produkce tepla a vlhkosti spotřebičem

Instalovaný příkon: 34.00 kW Citelné teplo: 250 W/kW Kuchyňská oblast: Multifunkční spotřebiče Vlhkost: 147 g/h/kW Druh: Sporák - plynový

Hodnoty dle VDI 2052

Část 2

Instalovaný příkon: 5.40 kW Citelné teplo: 350 W/kW Kuchyňská oblast: Smažení, grilování, pečení Vlhkost: 235 g/h/kW Druh: Smažicí a pečicí trouba - elektrická

Spotřebič je odsáván digestoří

1b - Sporáky

Přidat novou digestoř

Varné místo

Otevřené varné místo

Faktor varného místa: 1.00

Celková produkce tepla a vlhkosti

Produkce citelného tepla: 10390 W Produkce vlhkosti: 6267 g/h

Umístění spotřebiče

OK Zpět Přidat spotřebič do databáze

Poté jsem specifikovala jednotlivé digestoře.

Parametry digestoře

Místnost: Kuchyně

Pozice digestoře: 1b Označení digestoře: Sporáky Typ digestoře: STANDARD-S 2250 x 2400 mm

Rozměry a poloha varného centra | Průtok vzduchu | Typ digestoře | Parametry digestoře | Připojovací hrdla | Automatická regulace

Způsob výpočtu vzduchu

☒ podle instalovaných spotřebičů dle VDI 2052 Podklad k výpočtu dle VDI 2052 Nadřazená digestoř: samostatná digestoř

☐ přímo zadané hodnoty Tabulka výpočtu průtoku

Varné centrum

Celková délka: 1400 mm Celková šířka: 1800 mm Horní hrana spotřebičů: 900 mm Výška spodní hrany digestoře: 2100 mm Výška odsávání mimo digestoř: 2500 mm

Doporučený přesah digestoře přes spotřebiče

standardní spotřebiče a skupiny spotřebičů spotřebiče s dveřmi myčky nádobí

Přesah digestoře přes spotřebiče

Doporučený přesah (12°) na všechny strany: 255 mm

Vlevo: ☒ volný prostor ☐ zeď 300 mm Vpravo: ☒ volný prostor ☐ zeď 300 mm Vpředu: ☒ volný prostor ☐ zeď 300 mm Vzadu: ☒ volný prostor ☐ zeď 300 mm

Redukční polohový faktor (beta): 1.00

Požadované rozměry digestoře

Délka: 2000 mm Šířka: 2400 mm

Půdorys

Vysvětlivky: spotřebiče (schématicky) půdorys digestoře zeď

L = 2000 mm B = 2400 mm

Kompletní protokol z programu VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ je přiložen k této práci v části Přílohy.

5.2. Distribuční elementy

ODVOD

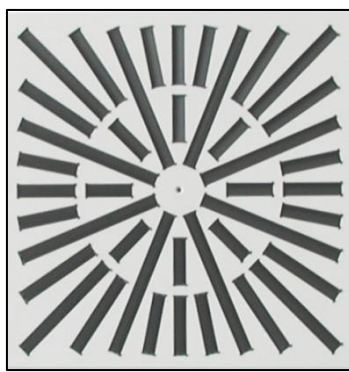
Celkem jsem do kuchyně navrhla 4 odsávací zákryty. Rozdělení spotřebičů pod digestoře je uvedeno níže v tabulce.

Potřebný průtok odsávaného vzduchu dle programu firmy ATREA činí 12 089 m³/h. Rozdíl 1 750 m³/h je určen pro spotřebiče umístěné mimo odsávací zákryty. Nad digestoři budou proto mřížky, přes které bude toto množství vzduchu odsáváno.

DIGESTOŘ 1a - VARNÉ CENTRUM				ROZMĚR DIGESTOŘE	
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]
31	Fritéza plynová	0,70	0,90	2 750	2 400
35	Pánev plynová	0,80	0,90		
36	Kotel plynový	0,80	0,90		
DIGIGESTOŘ 1b - SPORÁKY				ROZMĚR DIGESTOŘE	
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]
25	Sporák plynový	0,70	0,90	2 000	2 400
26	Grilovací deska plynová	0,35	0,90		
27	Vařič těstovin	0,35	0,90		
33	Sporák plynový s el.troubou	0,80	0,90		
SLOŽENÁ DIGESTOŘ 1				4 750	2 400
DIGESTOŘ 2 - KONVEKTOMATY				ROZMĚR DIGESTOŘE	
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]
40	Konvektomat	0,80	0,80	1 750	1 200
41	Konvektomat	0,85	0,80		
DIGESTOŘ 3 - VODNÍ LÁZEŇ				ROZMĚR DIGESTOŘE	
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]
54	Vodní lázeň, ohřev talířů	2,00	0,70	2 750	1 400
60	Holdomat	0,60	0,70		

PŘÍVOD

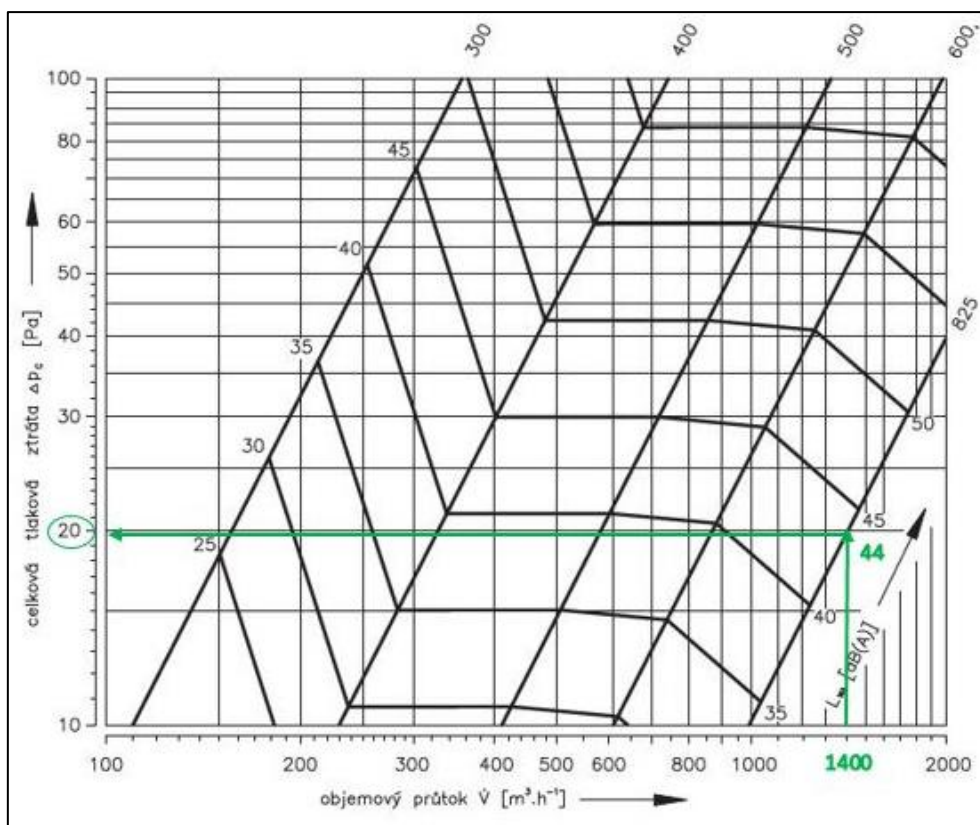
Do kuchyně bude přiváděno 14 000 m³/h větracího vzduchu. Přívod zajistí 10 vířivých anemostatů společnosti MANDÍK, typ VVDM-M 825, každý bude přivádět 1 400 m³/h vzduchu. Jsou rozmístěny po obvodu kuchyně.



Obrázek 18 Vířivý anemostat VVDM-M. [11]

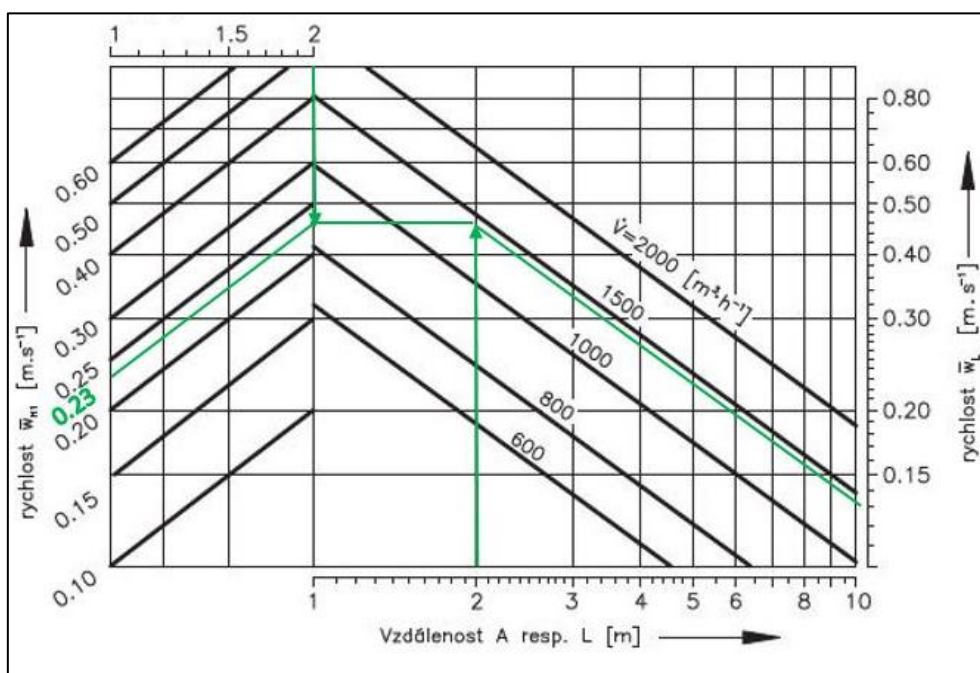
Stanovení tlakové ztráty anemostatu:

Při průtoku $1\,400\text{ m}^3/\text{h}$ je hladina akustického výkonu 44 dB(A) a tlaková ztráta 20 Pa .



Stanovení rychlosti proudění:

Rychlost proudění v uvažované výšce 2 metry nad podlahou bude rychlost proudění $0,23\text{ m/s}$.

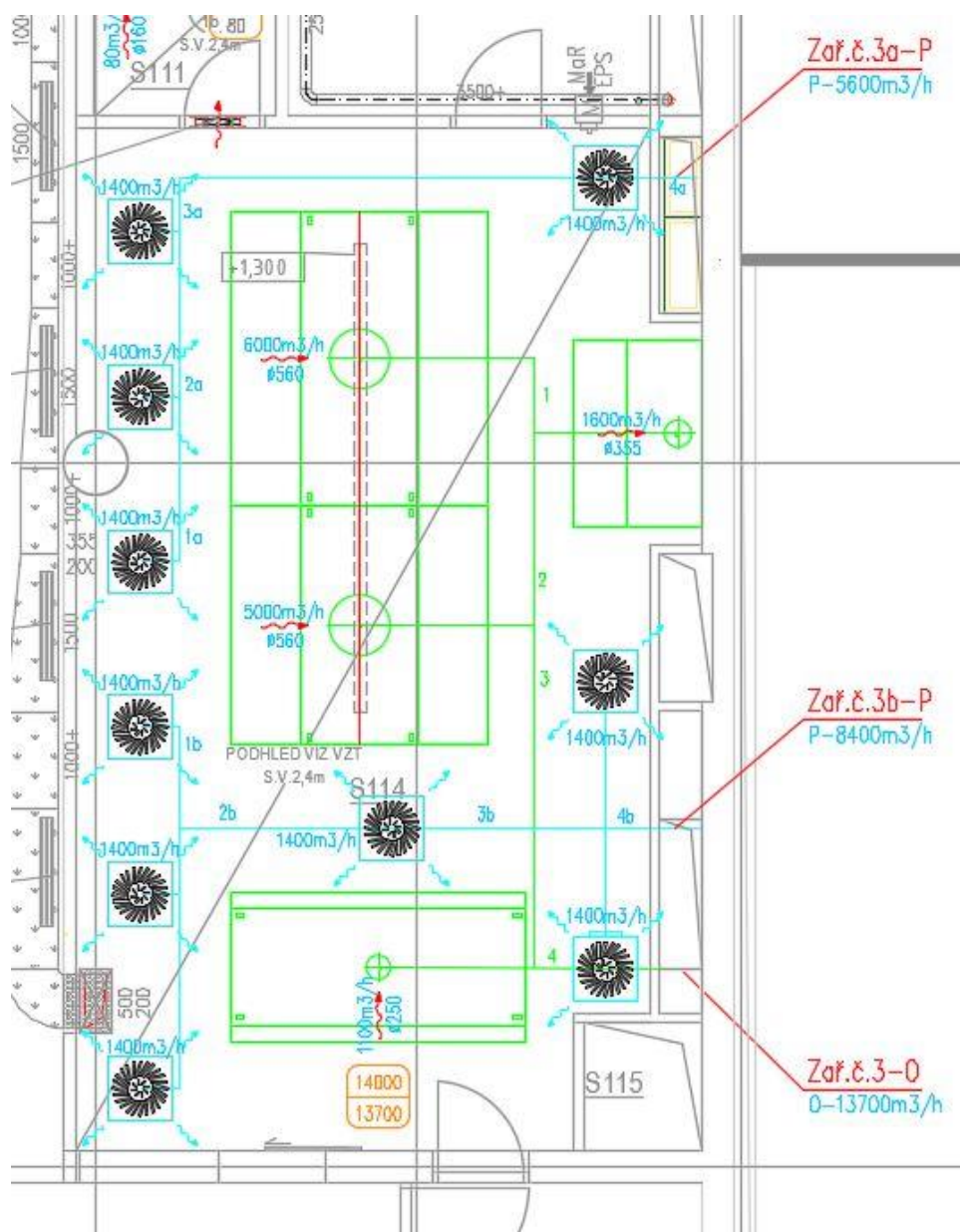


5.3. Dimenzování potrubí

Hlavní rozvody jsou navrženy ze čtyřhranného potrubí. Anemostaty budou dopojeny ohebnými hadicemi DN 315. Digestoře budou dopojeny napevno přechodovou tvarovkou.

Na přívodním i odtahovém potrubí bude na rozhraní šachty a kuchyně umístěna požární klapka se servopohonem PKTM .41. Tlaková ztráta požární klapky při dimenzování byla uvažována 20 Pa.

Jednočarové schéma:



PŘÍVOD:

u	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S [m ²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R* L [Pa]
1a	1400	0,389	1,8	2,5	0,156	0,445	500 x 400	0,444	2,512	0,21	0,6	2,243	2,621
2a	2800	0,778	1,8	4	0,194	0,498	710 x 400	0,512	3,778	0,31	0,6	5,074	5,632
3a	4200	1,167	4	5	0,233	0,545	1000 x 400	0,571	4,556	0,21	0,6	7,380	8,220
4a	5600	1,556	35	7	0,222	0,532	800 x 300	0,492	8,182	1,00	0,9	35,702	70,702

Σ 87

+ REGULATOR PRŮTOKU	100
+ TLUMIC HLUKU	30
+ POZARNÍ KLAPKA	20
+ TLAK. ZTRÁTA NA SANI	12
+ NA VYUSTCE	20

CELKEM	269
--------	-----

u	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S [m ²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R* L [Pa]
1b	1400	0,389	1	2,5	0,156	0,445	500 x 400	0,444	2,512	0,21	0,6	2,243	2,453
2b	4200	1,167	2	4,5	0,259	0,575	1000 x 400	0,571	4,556	0,45	1,1	13,529	14,429
3b	5600	1,556	2,1	5	0,311	0,629	1250 x 400	0,606	5,393	0,31	1,1	18,959	19,610
4b	8400	2,333	40	7	0,333	0,651	1250 x 300	0,584	8,711	1,00	0,9	40,465	80,465

Σ 117

+ TLUMIC HLUKU	30
+ POZARNÍ KLAPKA	20
+ TLAK. ZTRÁTA NA SANI	12
+ ANEM OSTAT	20

CELKEM	199
--------	-----

CELKEM PŘÍVOD	468
---------------	-----

ODTAH:

u	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S [m ²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R* L [Pa]
1	6000	1,667	1	5	0,333	0,651	710 x 560	0,626	5,415	0,21	0,6	10,425	10,635
2	7600	2,111	1,8	6	0,352	0,669	900 x 560	0,690	5,646	0,45	0,6	11,332	12,142
3	12600	3,500	4	7	0,500	0,798	1250 x 560	0,773	7,458	0,45	0,6	19,774	21,574
4	13700	3,806	40	8	0,476	0,778	1500 x 300	0,773	8,109	0,67	1,2	46,756	73,556

Σ 118

+ REGULÁTOR PRŮTOKU	100
+ TLUMIČ HLUKU	30
+ POŽÁRNÍ KLAPKA	20
+ TUKOVÝ FILTR V POTRUBÍ	20
+ TLAK. ZTRÁTA NA VÝFUK	12
+ DIGESTOŘ	20

CELKEM	320
--------	-----

Při takto vysokém objemu větracího vzduchu pro malý prostor kuchyně vzniká několik problému. Prvním z nich je nedostatek místa v šachtách pro umístění stoupacího potrubí. Při fixní šířce 250 mm bytotiž muselo být potrubí dlouhé 1500 mm.

Nevyhovující je také rychlost v potrubí, která dosahuje v přívodní větvi hodnoty 8,7m/s a v odvodní větvi 8,1 m/s. Příliš vysoká je také tlaková ztráta potrubí.

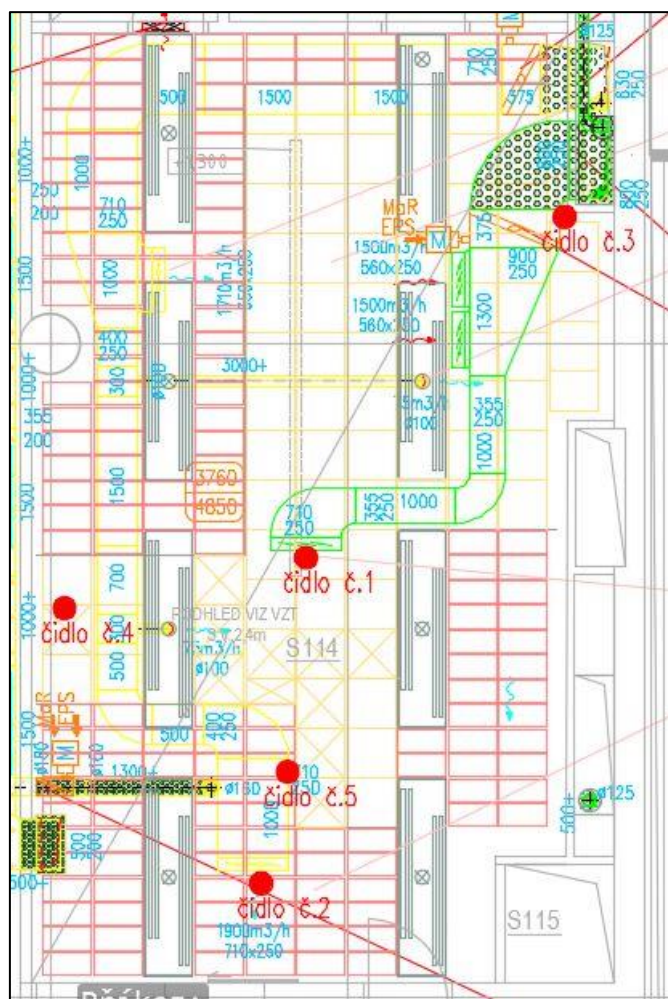
Z těchto důvodů jsem se rozhodla ověřit tepelně - vlhkostní zátěž prostoru měřením a stanovit znovu průtok vzduchu.

5.4. Stanovení průtoku vzduchu dle měření v prostoru

Do prostoru jsem rozmístila 5 tepelně-vlhkostních čidel. Ty snímaly teplotu a vlhkost v kuchyni od 15.12.2017 od 7:00 do 20.12.2017 do 12:43. Hodnoty byly zaznamenávány vždy po 1 minutě.

Rozmístění čidel:

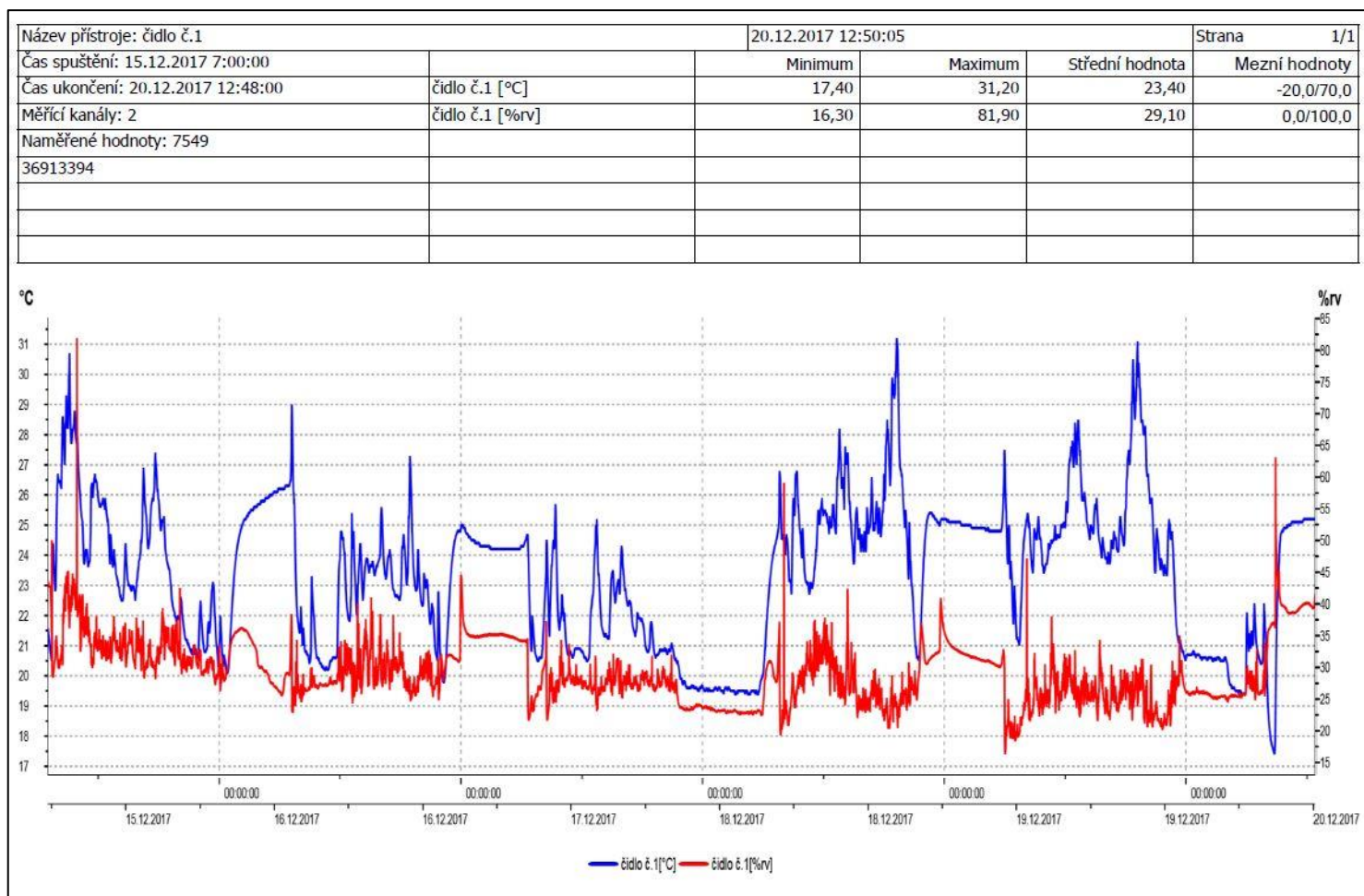
OZN.	UMÍSTĚNÍ
1	odtahová vyústka
2	přívodní vyústka
3	konvektomaty
4	myčka nádobí
5	výdejní pult



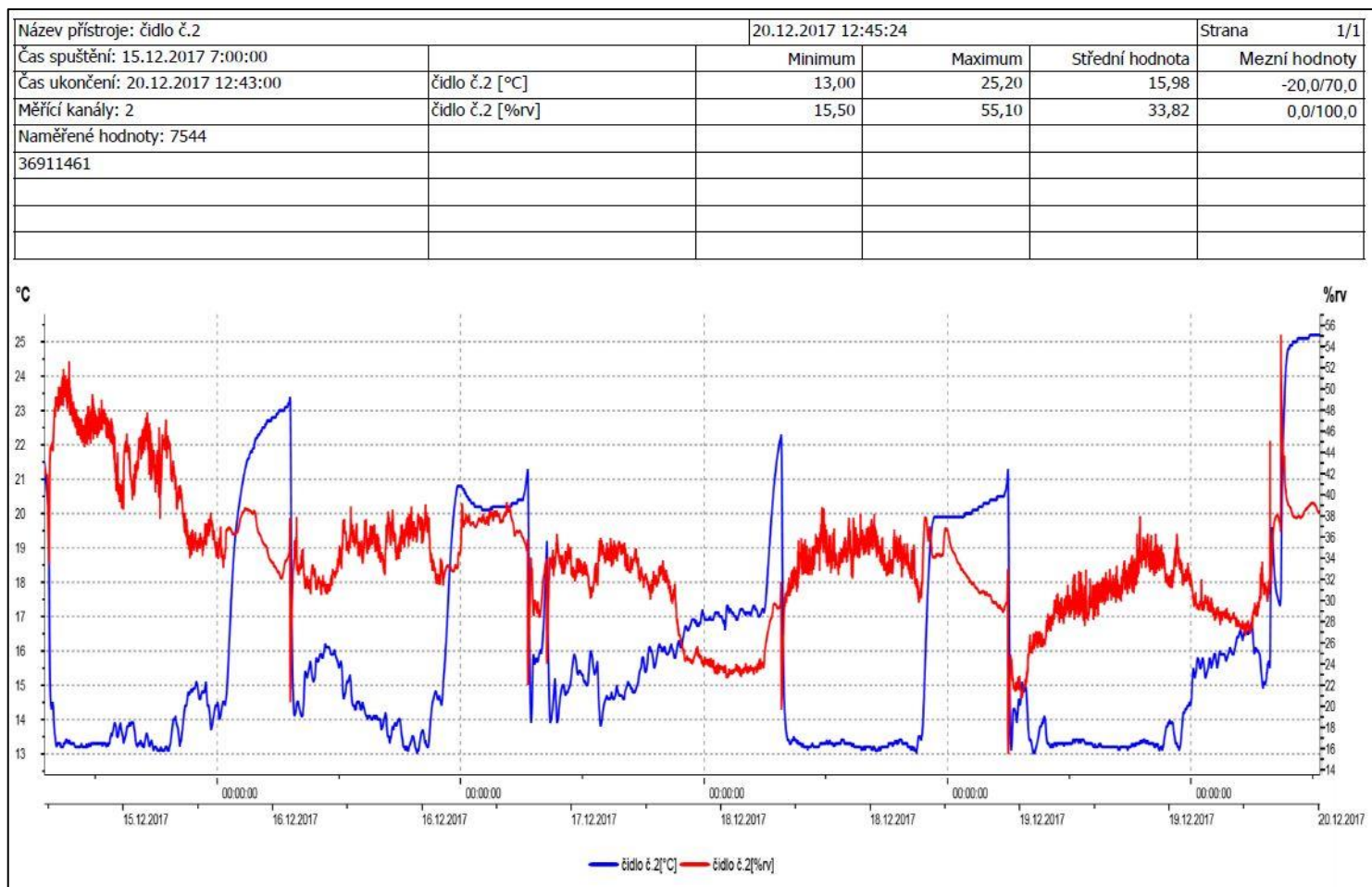
Grafické výstupy z měření:

Jako ukázkou naměřených hodnot jsem zvolila čidlo č.1 a čidlo č.2. Tato čidla byla umístěna u přívodní a odvodní vyústky. Výstupy zbývajících čidel jsou v příloze této práce.

Čidlo č.1:



Čidlo č.2:



Z grafů je patrné, že v nočních hodinách je vzduchotechnika vypnutá a dochází tak k ohřívání vzduchu u stropu.

Při výpočtu tepelné zátěže jsem postupovala takto:

- vypočítala jsem rozdíl naměřených teplot z čidel 1 a 2 (přívod a odvod)
- spočítala jsem tepelnou zátěž Q [W] pro každý záznam, $V = 4\,900\text{ m}^3/\text{h}$
- určila jsem maximální hodnotu Q [W] pro každý den
- pro tuto maximální hodnotu jsem vypočítala nový potřebný průtok vzduchu, $\Delta t = 10\text{K}$

Získala jsem takto 5 hodnot:

DEN	DATUM	Q [W]	V [m ³ /h]
pátek	15.12.2017	28 539	8 477
sobota	16.12.2017	23 260	6 909
neděle	17.12.2017	18 311	5 439
pondělí	18.12.2017	29 364	8 722
úterý	19.12.2017	29 364	8 722

Z tabulky je patrné, že o víkendu je v kuchyni menší tepelná zátěž než ve všední dny.

Z měření vyplynulo, že množství větracího vzduchu stanovený podle VDI 2052 je předimenzované. Proto jsem se rozhodla snížit průtok větracího vzduchu. Dle naměřených hodnot bude na pokrytí tepelné zátěže stačit $8\,722\text{ m}^3/\text{h}$ větracího vzduchu. Pro dimenzování jsem však zvolila hodnotu vypočítanou na základě výsledků z výpočtového programu Teruna - $9\,641\text{ m}^3/\text{h}$. Pro odvod spalin ponechám $140\text{ m}^3/\text{h}$ dle výpočtu podle VDI 2052.

Nově tedy: **$V_p = 10\,000\text{ m}^3/\text{h}$**
 $V_o = 9\,800\text{ m}^3/\text{h}$

5.5. Distribuční elementy

ODVOD

Pro odvod vzduchu byly ponechány odsávací zákryty stejných rozměrů a umístění jako v předchozím řešení. Změní se pouze průtok a tím i rychlost proudění.

DIGESTOŘ 1a - VARNÉ CENTRUM				ROZMĚR DIGESTOŘE		PRŮTOK VZDUCHU [m ³ /h]
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]	
31	Fritéza plynová	0,70	0,90	2 750	2 400	3 900
35	Pánev plynová	0,80	0,90			
36	Kotel plynový	0,80	0,90			

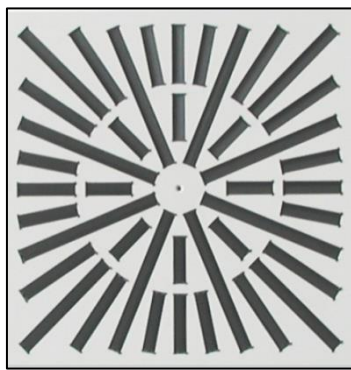
DIGESTOŘ 1b - SPORÁKY				ROZMĚR DIGESTOŘE		PRŮTOK VZDUCHU [m3/h]
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]	
25	Sporák plynový	0,70	0,90	2 000	2 400	4 100
26	Grilovací deska plynová	0,35	0,90			
27	Vařič těstovin	0,35	0,90			
33	Sporák plynový s el.troubou	0,80	0,90			
SLOŽENÁ DIGESTOŘ 1				4 750	2 400	-

DIGESTOŘ 2 - KONVEKTOMATY				ROZMĚR DIGESTOŘE		PRŮTOK VZDUCHU [m ³ /h]
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]	
40	Konvektomat	0,80	0,80	1 750	1 200	1 000
41	Konvektomat	0,85	0,80			

DIGESTOŘ 3 - VODNÍ LÁZEŇ				ROZMĚR DIGESTOŘE		PRŮTOK VZDUCHU [m ³ /h]
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]	
54	Vodní lázeň, ohřev talířů	2,00	0,70	2 750	1 400	800
60	Holdomat	0,60	0,70			

PŘÍVOD

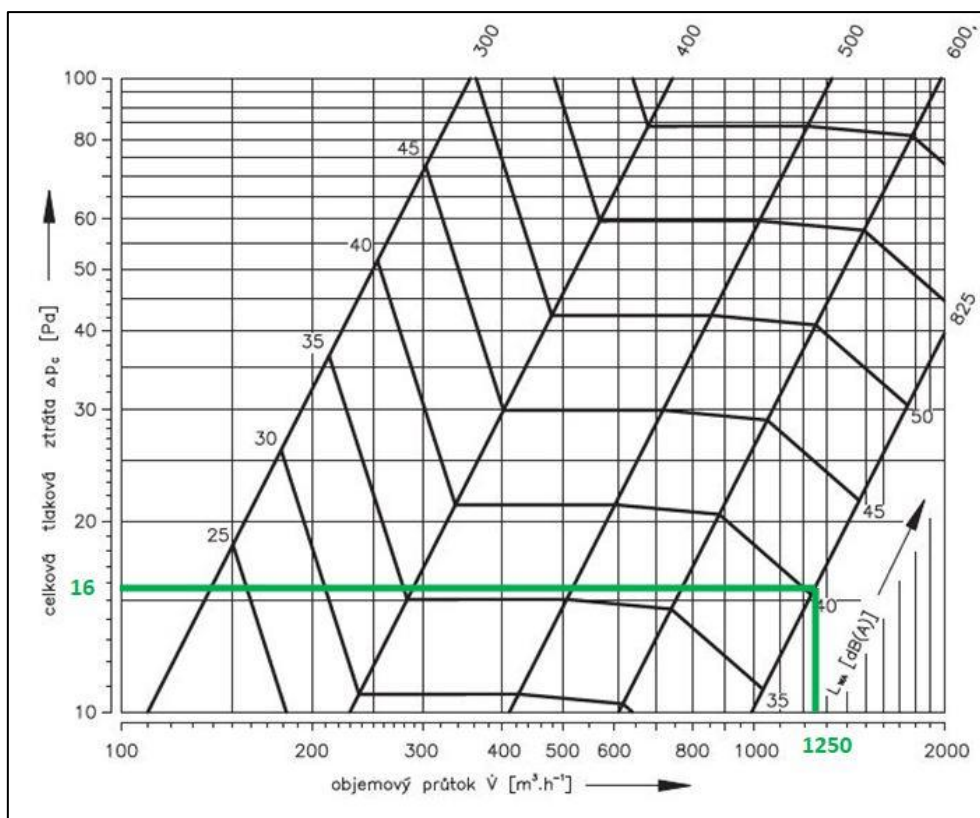
Do kuchyně bude přiváděno 10 000 m³/h větracího vzduchu. Přívod zajistí 8 vířivých anemostatů společnosti MANDÍK, typ VVDM-M 825, každý bude přivádět 1 250 m³/h vzduchu. Jsou rozmístěny po obvodu kuchyně.



Obrázek 19 Vířivý anemostat VVDM-M. [11]

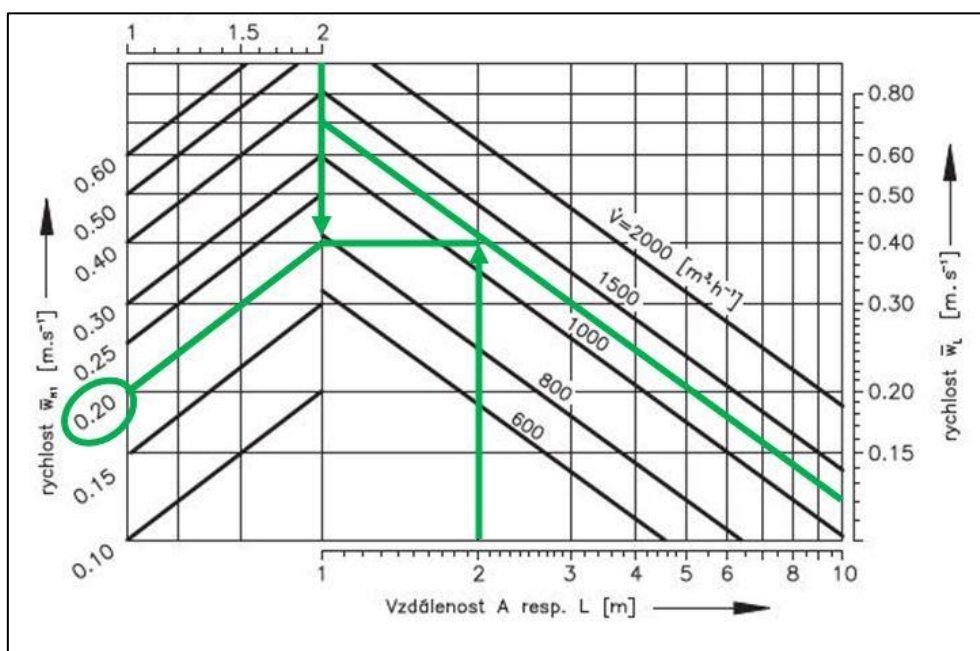
Stanovení tlakové ztráty anemostatu:

Při průtoku $1\,250\text{ m}^3/\text{h}$ je hladina akustického výkonu 40 dB(A) a tlaková ztráta 16 Pa .



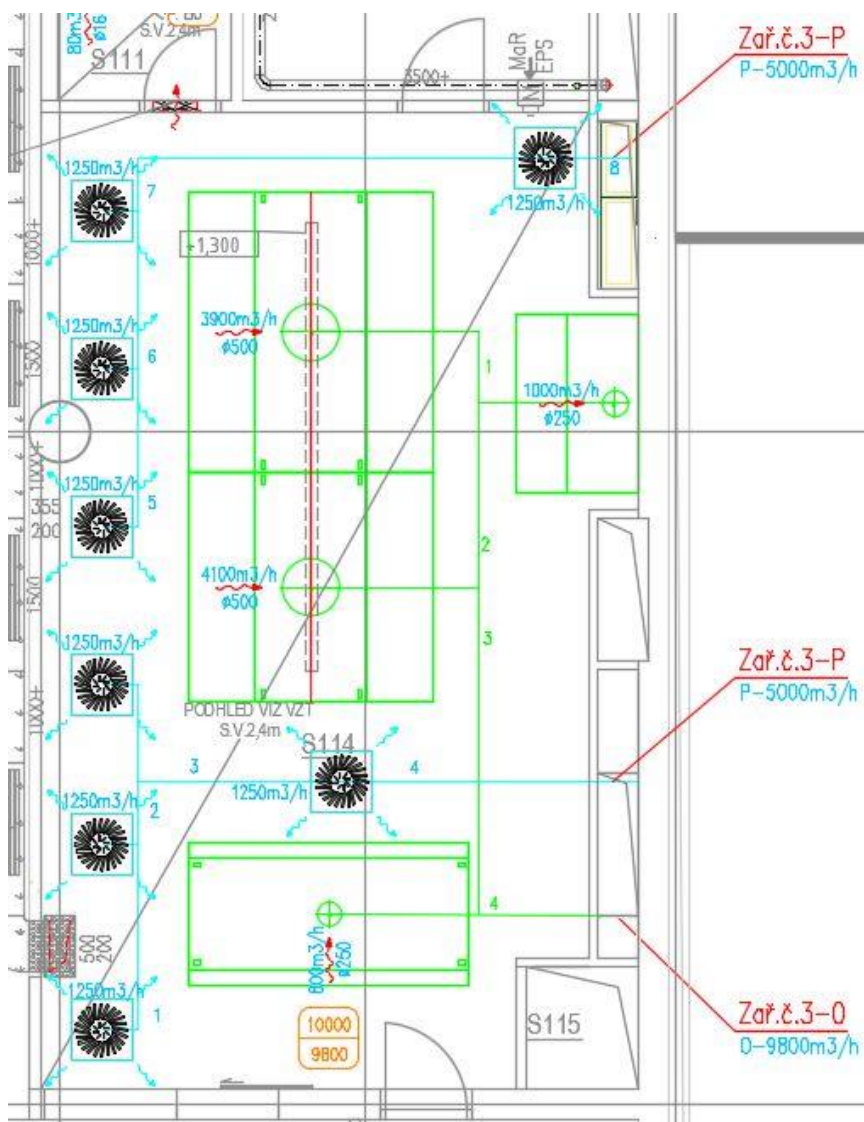
Stanovení rychlosti proudění:

Rychlost proudění v uvažované výšce 2 metry nad podlahou bude rychlost proudění $0,20\text{ m/s}$.



5.6. Dimenzování potrubí

Jednočarové schéma:



PŘÍVOD:

u	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R* L [Pa]
1	1250	0,347	2	2,5	0,139	0,421	560 x 355	0,435	2,336	0,14	0,6	1,941	2,221
2	2500	0,694	1	4	0,174	0,470	710 x 355	0,473	3,952	0,31	0,6	5,553	5,863
3	3750	1,042	2,3	5	0,208	0,515	710 x 400	0,512	5,060	0,45	1,2	18,201	19,236
4	5000	1,389	40	7	0,198	0,503	900 x 300	0,511	6,772	0,45	0,9	24,458	42,458

Σ	70
+ REGULATOR PRŮTOKU	100
+ TLUMIC HLUKU	30
+ POZARNÍ KLAPKA	20
+ TLAK. ZTRATA NA SANI	12
+ ANEM OSTAT	20
CELKEM	252

u	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R* L [Pa]
5	1250	0,347	1,8	2,5	0,139	0,421	560 x 355	0,435	2,336	0,14	0,6	1,941	2,193
6	2500	0,694	1,8	4	0,174	0,470	710 x 355	0,473	3,952	0,31	0,6	5,553	6,111
7	3750	1,042	4	5	0,208	0,515	710 x 400	0,512	5,060	0,45	0,3	4,550	6,350
8	5000	1,389	40	7	0,198	0,503	900 x 300	0,511	6,772	0,45	1,2	32,611	50,611

Σ 65

+ REGULÁTOR PRŮTOKU	100
+ TLUMIČ HLUKU	30
+ POŽÁRNÍ KLAPKA	20
+ TUKOVÝ FILTR V POTRUBÍ	20
+ TLAK. ZTRÁTA NA SÁNÍ	12
+ ANEMOSTAT	20

CELKEM	267
---------------	------------

ODTAH:

u	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R* L [Pa]
1	3900	1,083	2,5	4	0,271	0,587	710 x 500	0,587	4,003	0,21	0,6	5,697	6,222
2	4900	1,361	1,8	5	0,272	0,589	710 x 500	0,587	5,030	0,31	0,3	4,497	5,055
3	9000	2,500	3,5	6	0,417	0,728	1350 x 500	0,768	5,397	0,45	0,6	10,354	11,929
4	9800	2,722	40	7	0,389	0,704	1500 x 300	0,773	5,801	0,67	1,2	23,925	50,725

Σ 74

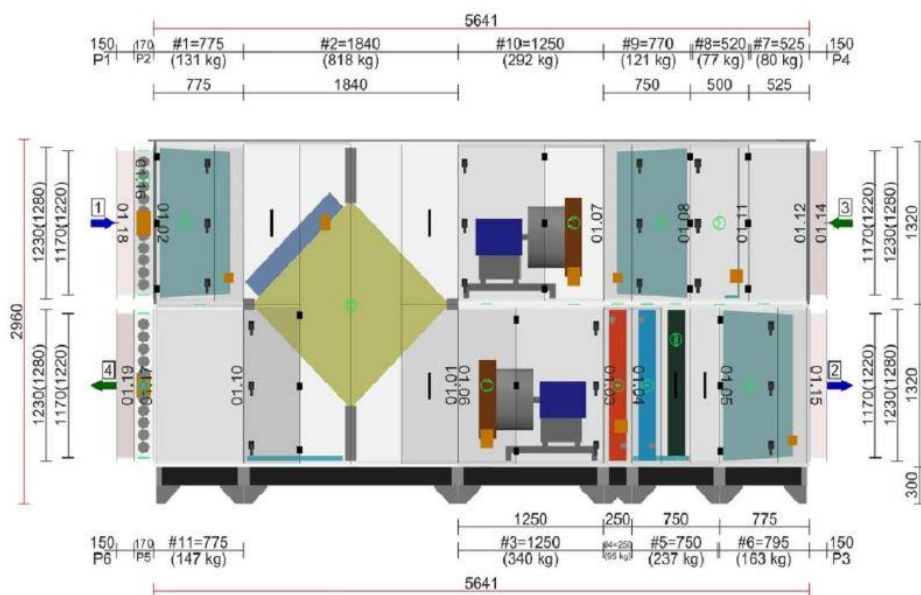
+ REGULÁTOR PRŮTOKU	100
+ TLUMIČ HLUKU	30
+ POŽÁRNÍ KLAPKA	20
+ TUKOVÝ FILTR V POTRUBÍ	30
+ TLAK. ZTRÁTA NA VÝFUK	12
+ DIGESTOŘ	20

CELKEM	286
---------------	------------

5.7. Vzduchotechnická jednotka

Návrh VZT jednotky jsem provedla v programu od firmy REMAK, a.s. . Jednotka bude umístěná na střeše objektu.

Kompletní specifikace jednotky je přiložena v části Přílohy.



5.8. Útlum hluku

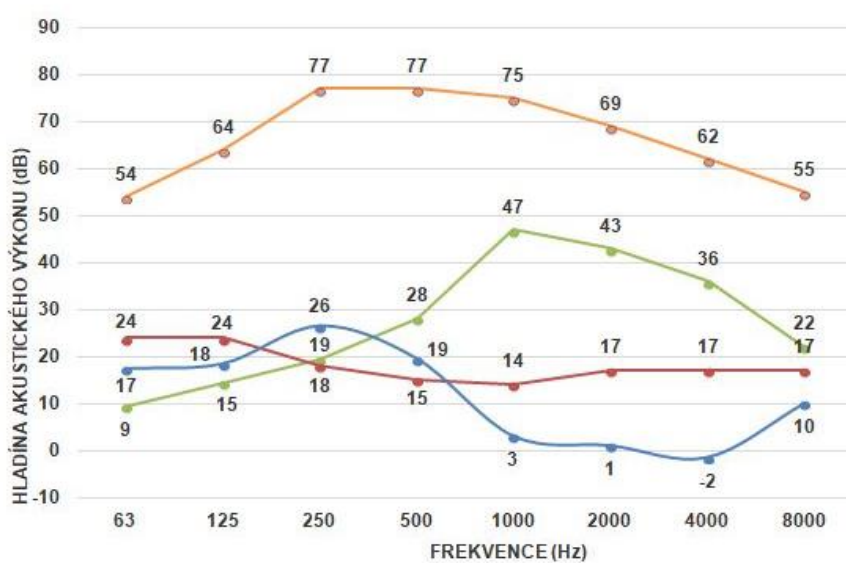
Spočítaná hladina akustického výkonu v kuchyni a v exteriéru se porovnává s mezní hodnotou, která je stanovena nařízením vlády o ochraně před hlukem a vibracemi.

5.8.1. Útlum hluku do interiéru

OZN.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA, PŘÍVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 1 - PŘÍVOD	54	64	77	77	75	69	62	55	82
L _{WA, ODVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 2 - ODVOD	39	60	67	69	67	65	62	56	74
L _{WA, CELKEM}	LOG. SOUČET AKUS. VÝKONU ZDROJE PŘÍVOD + ODVOD	54	65	77	78	76	70	65	59	82
PŘIROZENÝ ÚTLUM	PŘÍVOD - kolena, odbočky, trouby	24	24	18	15	14	17	17	17	
	ODVOD - kolena, odbočky, trouby	24	24	18	16	16	20	20	20	
	PŘÍVOD - koncový odraz	0,1	0	0	0	0	0	0	0	
	ODVOD - koncový odraz	0,1	0	0	0	0	0	0	0	
VLOŽENÝ ÚTLUM	PŘÍVOD - tlumič kulisový 900/300/1000, f=100mm, e=5	5	8	15	28	47	43	36	22	
	ODVOD									
	PŘÍVOD / ODVOD - SONOFLEX potrubí Ø315 mm	7,5	13,5	17,5	14,5	11	8	10,5	6	
L _{V, PŘÍVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - PŘÍVOD	30	40	59	62	61	52	45	38	66
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - ODVOD	15	36	49	53	51	45	42	36	57
L _{V, PŘÍVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - PŘÍVOD	17	18	26	19	3	1	-2	10	28
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - ODVOD	7	22	31	38	40	37	31	30	44
L _v	Hladina akustického výkonu výústky - PŘÍVOD	udává výrobce na základě objemového průtoku vzduchu								
L _v	Hladina akustického výkonu výústky - ODVOD									
K	Korekce na počet výústek - PŘÍVOD									
K	Korekce na počet výústek - ODVOD									
L _e	Hladina akustického výkonu výústek - PŘÍVOD	počet výústek: 8								9
L _e	Hladina akustického výkonu výústek - ODVOD	počet výústek: 4								6
L _e	SOUČTOVÁ HLADINA AKUS. VÝKONU VŠECH VÝUSTEK	logaritmický součet akustického výkonu (potrubí + výústky)								49
Q	SMĚROVÝ SOUČINITEL	log. součet akustického výkonu vycházejícího ze všech výústek								50
r	VZDÁLENOST OD VÝUSTKY K POSLUCHAČI	umístění výústek - STROP								2
A	POHLTIVÁ PLOCHA MÍSTNOSTI (m ²)									0,8
L _{eq}	HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	51,23								15
L _{eq,A}	NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	pohltivost (-) 0,3								50
										60

POSUDEK: 50 dB < 60 dB ... hladina akustického výkonu nepřesahuje stanovenou mez

Jednotlivé hladiny akustického výkonu v kuchyni:



AKUS. VÝKON PO ÚTLUMU (PŘIROZENÝ + VLOŽENÝ)	17	18	26	19	3	1	-2	10
PŘIROZENÝ ÚTLUM (POTRUBÍ + KONCOVÝ ODRAZ)	24	24	18	15	14	17	17	17
VLOŽENÝ ÚTLUM (TLUMIČ + SONOFLEX)	9	15	19	28	47	43	36	22
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU	54	64	77	77	75	69	62	55
HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	50							
NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU	60							

Pro dosažení vyhovující hodnoty hladiny akustického tlaku v místnosti bylo třeba navrhnout tlumič hluku do přívodní větve vzduchotechnického potrubí. Pro návrh tlumiče jsem využila návrhový software společnosti MART, s.r.o..

5.8.1.1. Tlumič hluku na přívodní větvi

VSTUPNÍ HODNOTY

TYP TLUMIČE: ?

kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:

šířka tlumiče: **a**

900 mm

výška tlumiče: **b**

300 mm

délka tlumiče: **l**

1000 mm

náběhové hrany: -

ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu: **Q** ?

5000 m³/h

hustota vzduchu: **p** ?

1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: **f** ?

32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU ?

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

Nastavit hodnoty pro KONCOVÝ ELEMENT? ☐ ?

Výpočet je v souladu s [NV 272/2011 Sb.](#) o ochraně před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

šířka kulisy: **f**

100 mm

počet kulis: **e**

5

průtočná mezera: **g** ?

80 mm

odtokové hrany: -

ano

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

— přenosový útlum — hluk za tlumičem — vlastní hluk tlumiče

VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	4	5	8	15	28	47	43	36	22	-	dB
vlastní hluk tlumiče	5	13	18	21	24	23	18	13	5	29	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	6	13	18	21	24	23	18	13	5	29	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	45	Pa
plocha tlumiče:	0.27	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

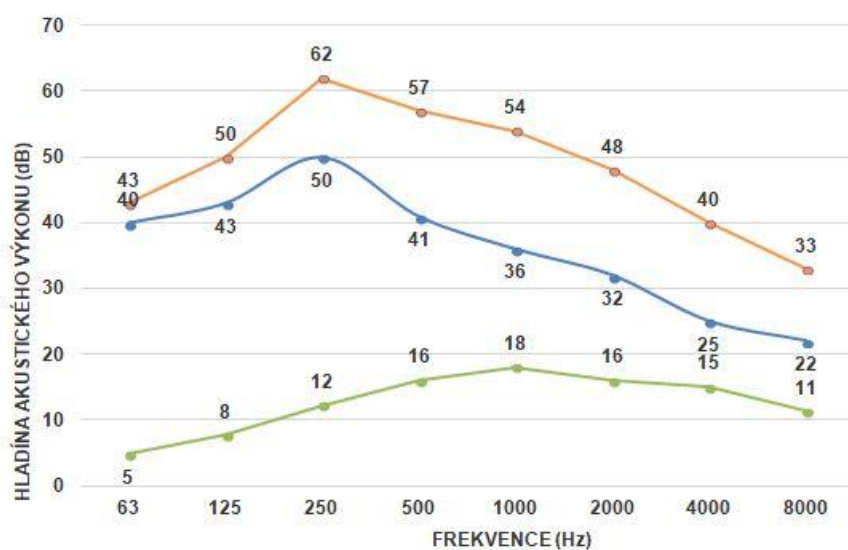
v celkovém průřezu:	5.1	m/s
ve volné ploše:	11.6	m/s

5.8.2. Útlum hluku do exteriéru

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA, PRIVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 1 - SÁNÍ	43	50	62	57	54	48	40	33	64
L _{WA, ODVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 2 - VÝFUK	41	56	60	61	59	53	48	41	66
L _{WA, CELKEM}	LOG. SOUČET AKUS. VÝKONU ZDROJE SÁNÍ + VÝFUK	45	57	64	62	60	54	49	42	68
PŘIROZENÝ ÚTLUM	SÁNÍ - kolena, odbočky, trouby									
	VÝFUK - kolena, odbočky, trouby									
	SÁNÍ - koncový odraz									
	VÝFUK - koncový odraz									
VLOŽENÝ ÚTLUM	SÁNÍ - kulisový tlumič 1200/1100/500, f=200mm, e=3	3	7	12	16	18	16	15	11	
	VÝFUK - kulisový tlumič 1200/1100/500, f=200mm, e=3	3	7	12	16	18	16	15	11	
	SÁNÍ / VÝFUK - SONOFLEX potrubí Ø315 mm									
L _{V, PRIVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - SÁNÍ	43	50	62	57	54	48	40	33	64
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - VÝFUK	41	56	60	61	59	53	48	41	66
L _{V, PRIVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - SÁNÍ	40	43	50	41	36	32	25	22	52
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - VÝFUK	38	49	48	45	41	37	33	30	53
L _V	Hladina akustického výkonu výústky - SÁNÍ	udává výrobce na základě objemového průtoku vzduchu								
L _V	Hladina akustického výkonu výústky - VÝFUK									
K	Korekce na počet výústek - SÁNÍ	počet výústek: 1								
K	Korekce na počet výústek - VÝFUK	počet výústek: 1								
L _s	Hladina akustického výkonu výústek - SÁNÍ	logaritmický součet akustického výkonu (potrubí + výústky)								
L _s	Hladina akustického výkonu výústek - VÝFUK	logaritmický součet akustického výkonu (potrubí + výústky)								
L _s	SOUČTOVÁ HLADINA AKUS. VÝKONU VŠECH VÝUSTEK	log. součet akustického výkonu vycházejícího ze všech výústek								
Q	SMĚROVÝ SOUČINITEL	umístění výústek - STROP								
r	VZDÁLENOST OD VÝUSTKY K POSLUCHAČI									
L _{eq}	HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE									
L _{PA}	NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE									

POSUDEK: 30 dB < 40 dB ... hladina akustického výkonu nepřesahuje stanovenou mez

Jednotlivé hladiny akustického výkonu v kuchyni:



AKUS. VÝKON PO ÚTLUMU (PŘIROZENÝ + VLOŽENÝ)	40	43	50	41	36	32	25	22
VLOŽENÝ ÚTLUM (TLUMIČ + SONOFLEX)	5	8	12	16	18	16	15	11
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU	43	50	62	57	54	48	40	33
HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	30							
NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU	40							

Pro dosažení vyhovující hodnoty hladiny akustického tlaku ve venkovním prostředí bylo třeba navrhnout tlumiče hluku na sacím i výfukovém potrubí.

5.8.2.1. Tlumič hluku na sacím potrubí

VSTUPNÍ HODNOTY

TYP TLUMIČE: ?
 kulisový ▼

číslo pozice:

GEOMETRIE:

šířka tlumiče: **a**
 mm

výška tlumiče: **b**
 mm

délka tlumiče: **l**
 mm

náběhové hrany: -
 ▼

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu: **Q** ?
 m³/h

hustota vzduchu: **ρ** ?
 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: **f** ?
 Hz Hz Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU ?

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

Nastavit hodnoty pro KONCOVÝ ELEMENT? ☐ ?

Výpočet je v souladu s [NV 272/2011 Sb.](#) o ochraně před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

šířka kulisy: f
 mm

počet kulis: **e**

průtočná mezera: **g** ?
 mm

odtokové hrany: -
 ▼

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

— přenosový útlum — hluk za tlumičem — vlastní hluk tlumiče

VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	1	3	7	12	16	18	16	15	11	-	dB
vlastní hluk tlumiče	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	3	2	1	1	1	0	0	0	0	10	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	3	Pa
plocha tlumiče:	1.32	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.1	m/s
ve volné ploše:	4.2	m/s

5.8.2.2. Tlumič hluku na výfukovém potrubí

VSTUPNÍ HODNOTY

TYP TLUMIČE: ?

kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:

šířka tlumiče: **a**

1200 mm

výška tlumiče: **b**

1100 mm

délka tlumiče: **l**

500 mm

náběhové hrany: -

ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu: **Q** ?

9800 m³/h

šířka kulisy: **f**

200 mm

počet kulis: **e**

3

průtočná mezera: **g** ?

200 mm

odtokové hrany: -

ano

hustota vzduchu: **ρ** ?

1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: **f** ?

32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU ?

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

Nastavit hodnoty pro KONCOVÝ ELEMENT? ☐ ?

Výpočet je v souladu s [NV 272/2011 Sb.](#) o ochraně před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Diagramy:

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	1	3	7	12	16	18	16	15	11	-	dB
vlastní hluk tlumiče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	3	2	1	1	0	0	0	0	0	10	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	3	Pa
plocha tlumiče:	1.32	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.1	m/s
ve volné ploše:	4.1	m/s

6. KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ Č. 2

Přemístění části varného centra do prostoru restaurace

Provozovatel restaurace se rozhodl, že nechce rušit stávající větrací strop. Raději přesune část spotřebičů do prostoru restaurace a v kuchyni ponechá jen tolik zařízení, které zvládne současná vzduchotechnika odvětrat.

V restauraci si přeje otevřené varné místo, bez zástěn.

V restauraci jsou tepelné ztráty pokrývány profesí ÚT s tepelné zisky pokrývá vzduchotechnika. Stávající systém je vyhovující. Nově navržený vzduchotechnický systém bude obsluhovat pouze varné centrum. Bude navržena samostatná vzduchotechnická jednotka, která bude umístěna také na střeše.

6.1. Stávající vzduchotechnika v kuchyni

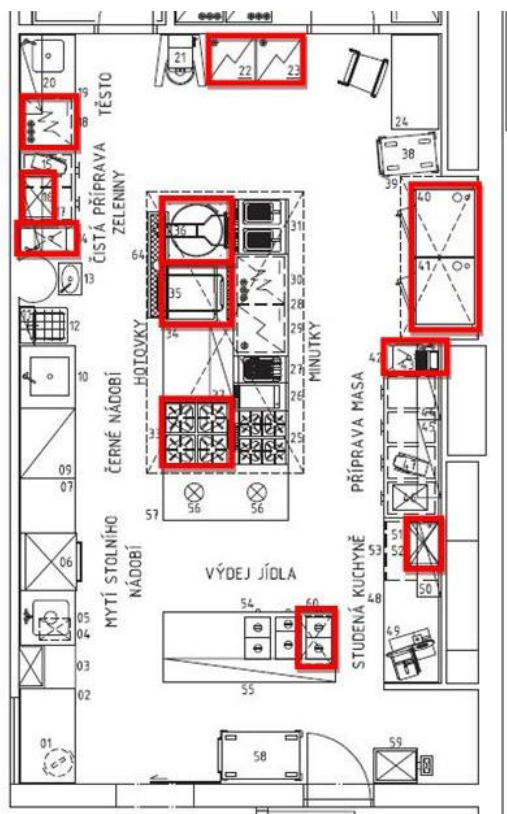
Větrací strop firmy GIF je navržen na vzduchový výkon $V_{pr} = 4\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ a $V_{ods} = 4\,900 \text{ m}^3/\text{h}$. Tomuto množství větracího vzduchu přizpůsobím množství spotřebičů v kuchyni tak, aby vše vyhovovalo výpočtu dle VDI 2052.

Při výpočtu množství větracího vzduchu pro Koncepční řešení č.1 jsem měřením ověřila, že množství vzduchu pro odsávání je dle VDI 2052 předimenzované. Ponechává rezervu přibližně 40%:

$$V_{ods} \text{ dle VDI 2052} / V_{ods} \text{ naměřené} = 13\,699 / 9\,800 = 1,398$$

Uvažuji tedy, že větrací strop zvládne odvětrat spotřebiče až do $\Sigma V_{ods} = 4\,900 \times 1,398 = 6\,850 \text{ m}^3/\text{h}$.

Spotřebiče, které budou ponechány v kuchyni:



Potřebné množství odsávacího vzduchu pro ponechané spotřebiče při uvažované rezervě v dimenzování dle VDI 2052:

SOUPIS ZAŘÍZENÍ				PRODUKCE DLE VDI 2052		VÝPOČET MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU							ODVOD SPALIN		VLHKOST
Č.	NÁZEV	L ₀ [m]	B ₀ [m]	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA [W]	PRODUKCE VLHKOSTI [g/h]	b [-]	φ [-]	Q _{s,k} [W]	d _{hydr} [m]	r [-]	V _{th} [m³/h]	V _{ods,zák} [m³/h]	PŘÍKON PLYN [kW]	V _{g,ods} [m³/h]	V _{ods} [m³/h]
14	Chladicí sůl	0,40	0,90	210	-	0,5	0,7	73,5	0,6	0,40	107,3	128,8	-	-	-
16	Mikrovlnná trouba	0,50	0,40	80	24			28,0	0,4	0,63	105,3	126,4	-	-	3,5
18	Podstolová mrazicí skříň	0,70	0,90	105	-			36,8	0,8	0,63	178,1	213,8	-	-	-
22	Chladicí skříň	0,70	0,70	140	-			49,0	0,7	0,63	177,3	212,7	-	-	-
23	Chladicí skříň	0,70	0,70	140	-			49,0	0,7	0,63	177,3	212,7	-	-	-
33	Sporák plynový s el.troubou	0,80	0,90	10 390	6 267			3 636,5	0,8	1,00	1 395,9	1 675,0	34,00	32,13	913,9
35	Pánev plynová	0,80	0,90	10 890	13 869			3 811,5	0,8	1,00	1 417,9	1 701,5	20,00	18,90	2 022,6
36	Kotel plynový	0,80	0,90	4 290	11 853			1 501,5	0,8	1,00	1 039,4	1 247,3	20,00	18,90	1 728,6
40	Konvektomat	0,80	0,80	385	3 234			134,8	0,8	0,40	176,8	212,2	-	-	471,6
41	Konvektomat	0,85	0,80	651	5 468			227,9	0,8	0,40	216,4	259,6	-	-	797,5
42	Chladicí stůl	0,40	0,90	210	-			73,5	0,6	0,63	169,0	202,8	-	-	-
51	Mikrovlnná trouba	0,50	0,40	80	24			28,0	0,4	0,63	105,3	126,4	-	-	3,5
60	Holdomat	0,60	0,70	88	-			30,6	0,6	1,00	225,4	270,5	-	-	-
											ΣV _{ods} [m³/h]	6590		70	5941

POSUDEK: 6 590 + 70 = 6 660 m³/h < 6 850 m³/h
 5 941 m³/h < 6 660 m³/h

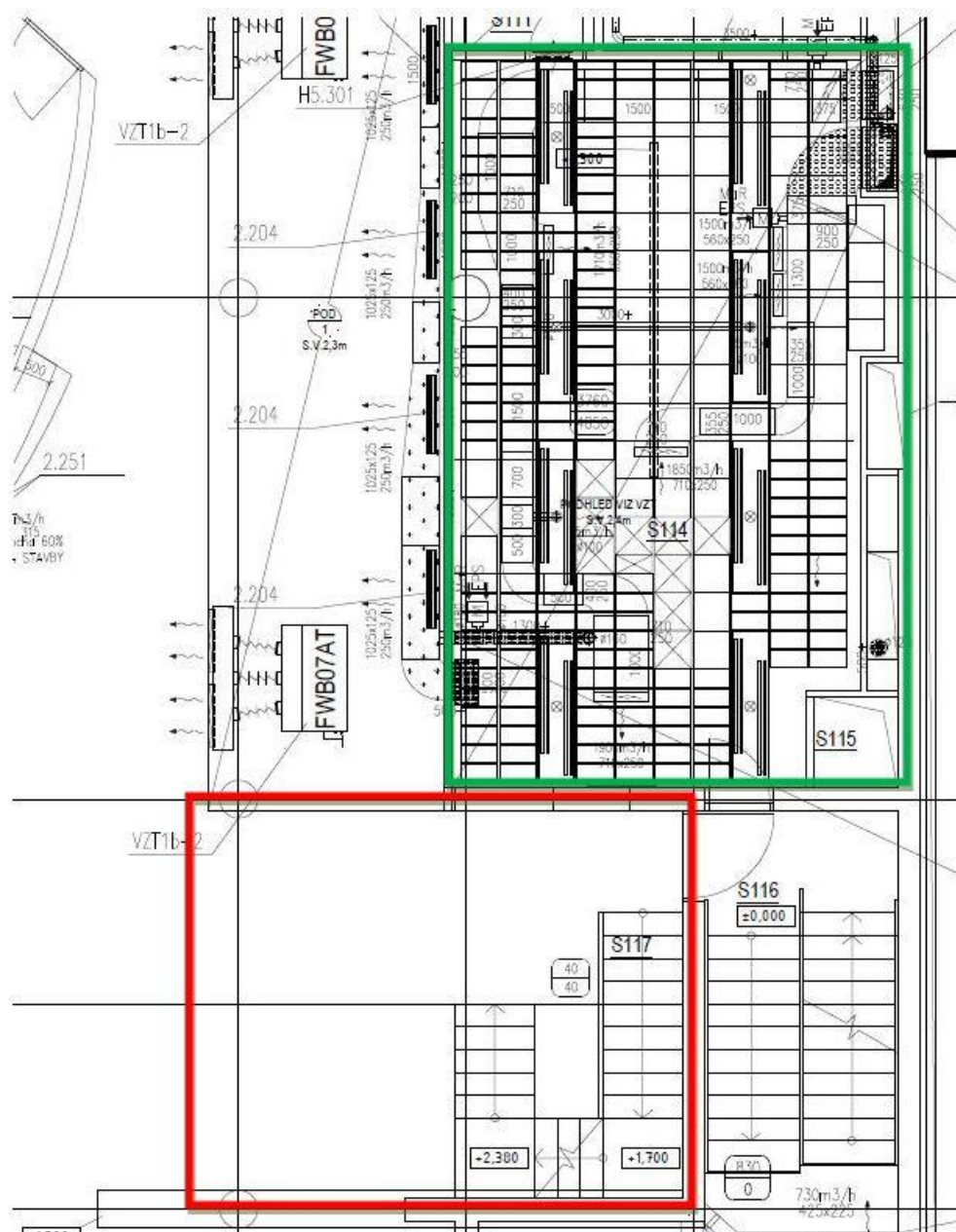
... Větrací strop GIF zvládne tyto spotřebiče odvětrat.
 ... Bude odvedena i vlhkost a nebude docházet ke kondenzaci.

6.2. Návrh větrání pro přesunutá zařízení

6.2.1. Popis prostoru

Provozovatel restaurace si pro nově vzniklé pracoviště vybral část restaurace, která bezprostředně sousedí s kuchyní (zeleně). Na níže uvedeném obrázku je tento prostor zobrazen červeně.

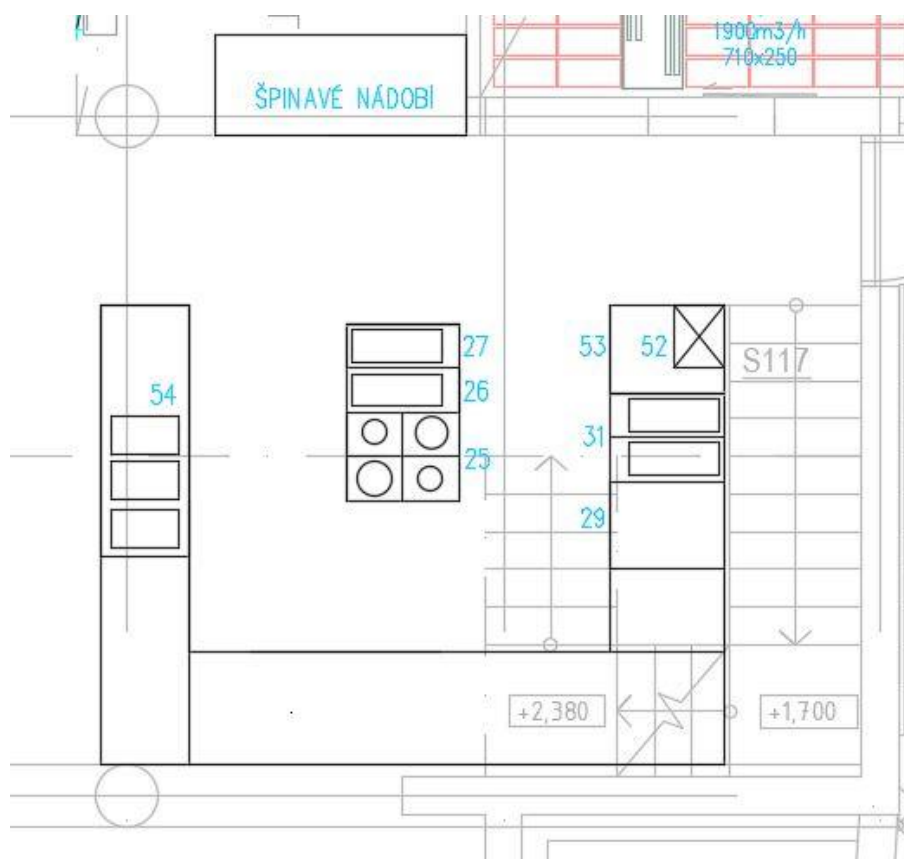
Podlahová plocha prostoru: 32,4 m²



Spotřebiče, které budou z kuchyně přesunuty:

Č.	NÁZEV	L ₀ [m]	B ₀ [m]
25	Sporák plynový	0,70	0,90
26	Grilovací deska plynová	0,35	0,90
27	Vařič těstovin	0,35	0,90
29	Chladicí skříň	1,30	0,90
31	Fritéza plynová	0,70	0,90
52	Salamander elektrický	0,50	0,40
53	Šokový zchlazovač	0,70	0,90
54	Vodní lázeň, ohřev talířů	2,00	0,70

Rozmístění spotřebičů:



6.2.2. Výpočet množství odsávaného vzduchu

Výpočet množství odsávaného vzduchu pro pokrytí produkcí tepla a vlhkosti a pro odvod spalin:

SOUPIS ZAŘÍZENÍ				PRODUKCE DLE VDI 2052		VÝPOČET MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU									ODVOD SPALIN		VLHKOST
Č.	NÁZEV	L ₀ [m]	B ₀ [m]	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA [W]	PRODUKCE VLHKOSTI [g/h]	b [-]	φ [-]	Q _{s,k} [W]	d _{hydr} [m]	r [-]	V _{th} [m³/h]	V _{th, ne} [m³/h]	V _{ods,zák} [m³/h]	V _{ods,ne} [m³/h]	PŘÍKON PLYN [kW]	V _{g,ods} [m³/h]	V _{ods} [m³/h]
25	Sporák plynový	0,70	0,90	5 500	3 234	0,5	0,7	1 925,0	0,8	1,00	1 057,9	-	1 269,5	-	22,00	20,79	471,6
26	Grilovací deska plynová	0,35	0,90	3 960	1 617			1 386,0	0,5	1,00	667,6	-	801,1	-	5,50	5,20	235,8
27	Vaříč těstovin	0,35	0,90	2 500	2 650			875,0	0,5	1,00	572,7	-	687,2	-	10,00	9,45	386,5
29	Chladicí skříň	1,30	0,90	700	-			245,0	1,1	1,00	706,0	-	847,3	-	-	-	-
31	Fritéza plynová	0,70	0,90	2 520	28 840			882,0	0,8	1,00	815,6	-	978,7	-	28,00	26,46	4 205,8
52	Salamander elektrický	0,50	0,40	1 540	565			539,0	0,4	0,63	-	384,9	-	461,8	-	-	82,5
53	Šokový zchlazovač	0,70	0,90	945	-			330,8	0,8	0,63	-	472,8	-	567,4	-	-	-
54	Vodní lázeň, ohřev talířů	2,00	0,70	1 700	1 176			595,0	1,0	1,00	925,4	-	1 110,5		-	-	171,5
												ΣV _{ods} [m³/h]	6723		62	5554	

Vzhledem k tomu, že větrací strop je navržený v podtlaku, kdy rozdíl mezi množstvím přiváděného a odváděného vzduchu činí 900 m³/h, budu tento rozdíl přivádět do nově vzniklé varny tak, aby celková koncepce větrání kuchyňského provozu byla v rovnotlaku.

$$V_{ods} = 6\,800 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{př} = 7\,700 \text{ m}^3/\text{h}$$

6.2.3. Distribuční elementy

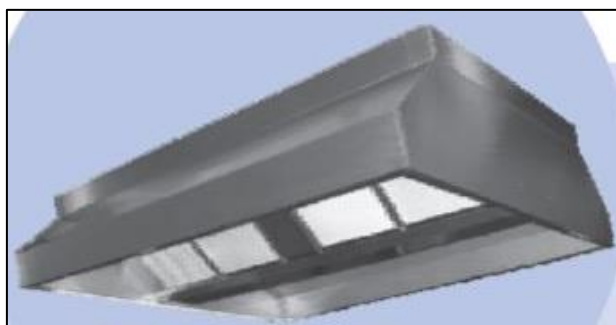
ODVOD:

Do nově vzniklé varny jsem navrhla 3 digestoře dle jejich seskupení v prostoru. Návrh digestoří jsem provedla v návrhovém programu Větrání kuchyní od společnosti ATREA s.r.o..

DIGESTOŘ 1 - VARNÉ CENTRUM				ROZMĚR DIGESTOŘE		PRŮTOK VZDUCHU [m ³ /h]
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]	
25	Sporák plynový	0,70	0,90	2 000	1 600	2 576
26	Grilovací deska plynová	0,35	0,90			
27	Vařič těstovin	0,35	0,90			

DIGESTOŘ 2 - FRITÉZA				ROZMĚR DIGESTOŘE		PRŮTOK VZDUCHU [m ³ /h]
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]	
31	Fritéza plynová	0,70	0,90	1 500	1 400	3 084

DIGESTOŘ 3 - VODNÍ LÁZEŇ				ROZMĚR DIGESTOŘE		PRŮTOK VZDUCHU [m ³ /h]
Č.	SPOTŘEBIČ	L ₀ [m]	B ₀ [m]	L [m]	B [m]	
54	Vodní lázeň, ohřev talířů	2,00	0,70	2 750	1 400	846
60	Holdomat	0,60	0,70			



Obrázek 20 Digestoř STANDARD od firmy Atrea. [1]

Nad stolem, kde se shromažďuje špinavé stolní nádobí z restaurace, bude umístěn odvodní anemostat VVM 500, přes který bude odváděno 295 m³/h.



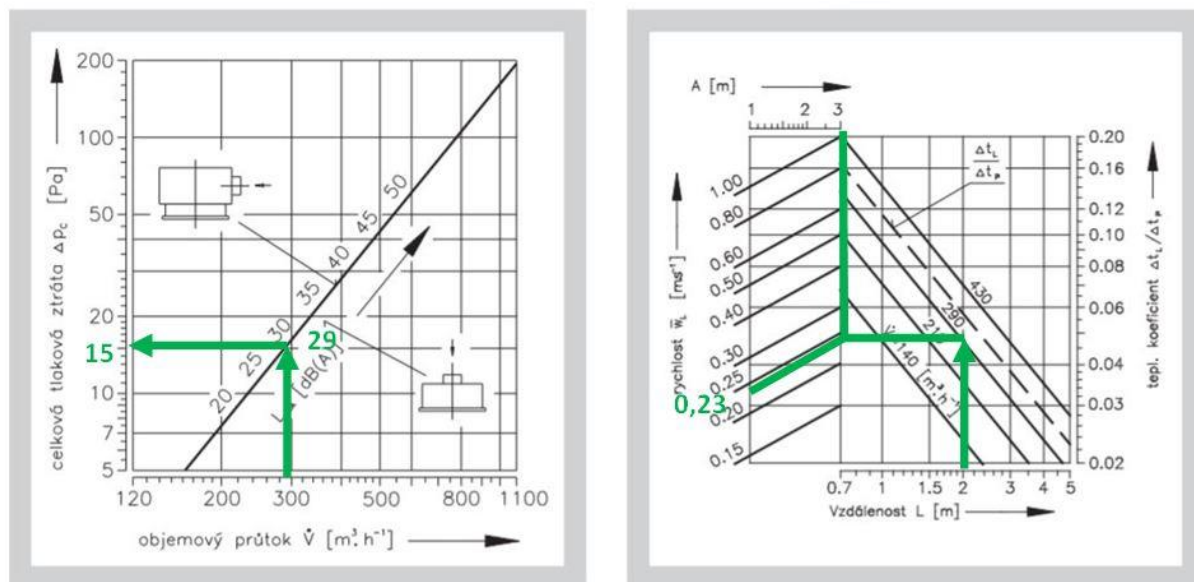
Obrázek 21 Vířivý anemostat VVM. [11]

Stanovení tlakové ztráty anemostatu:

Při průtoku $295 \text{ m}^3/\text{h}$ je hladina akustického výkonu 29 dB(A) a tlaková ztráta 15 Pa .

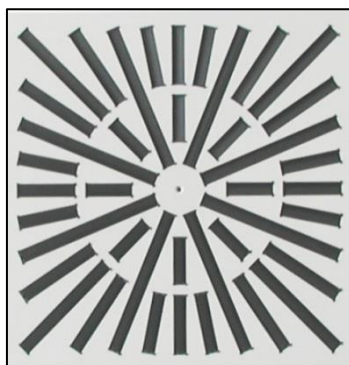
Stanovení rychlosti proudění:

Rychlost proudění v uvažované výšce 2 metry nad podlahou bude rychlost proudění $0,23 \text{ m/s}$.



PŘÍVOD:

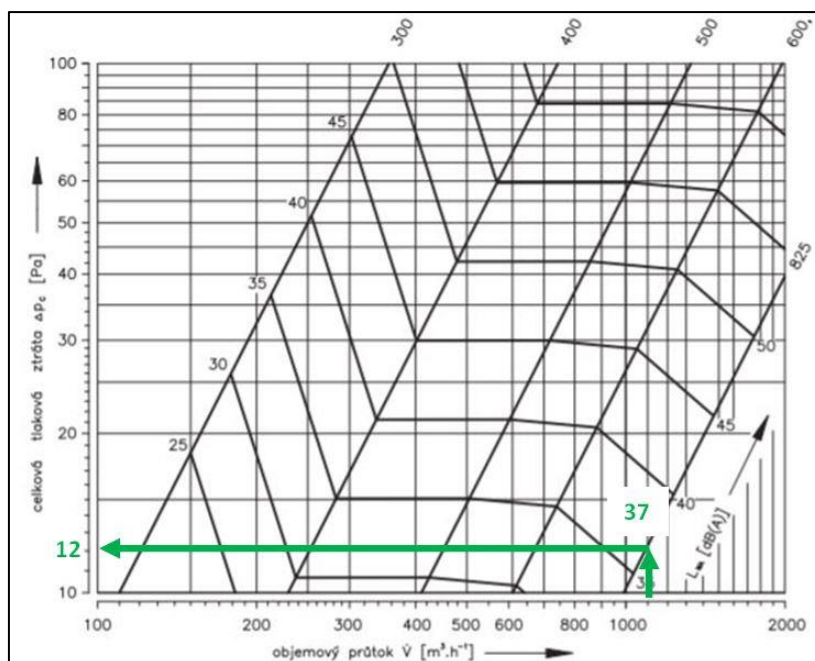
Celkem má být přiváděno $7\,700 \text{ m}^3/\text{h}$ vzduchu. To bude provedeno pomocí 7 ks přívodních vířivých výústí VVDM - M 825, každá s průtokem $1\,100 \text{ m}^3/\text{h}$. Budou rozmístěny na rozhraní mezi restaurací a kuchyní, aby pomyslně oddělily tyto dva prostory a zamezily tak přenášení zápachu do restaurace.



Obrázek 22 Vířivý anemostat VVDM-M. [11]

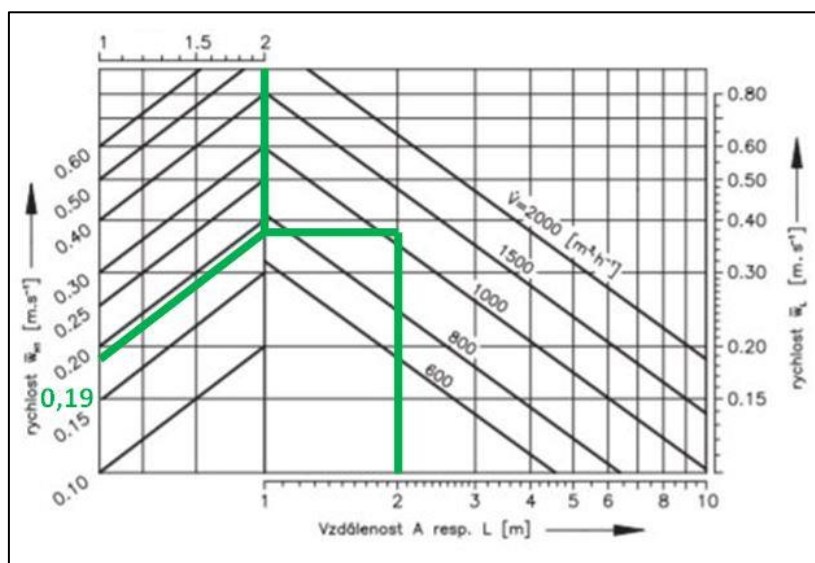
Stanovení tlakové ztráty anemostatu:

Při průtoku $1\,100\text{ m}^3/\text{h}$ je hladina akustického výkonu 37 dB(A) a tlaková ztráta 12 Pa .



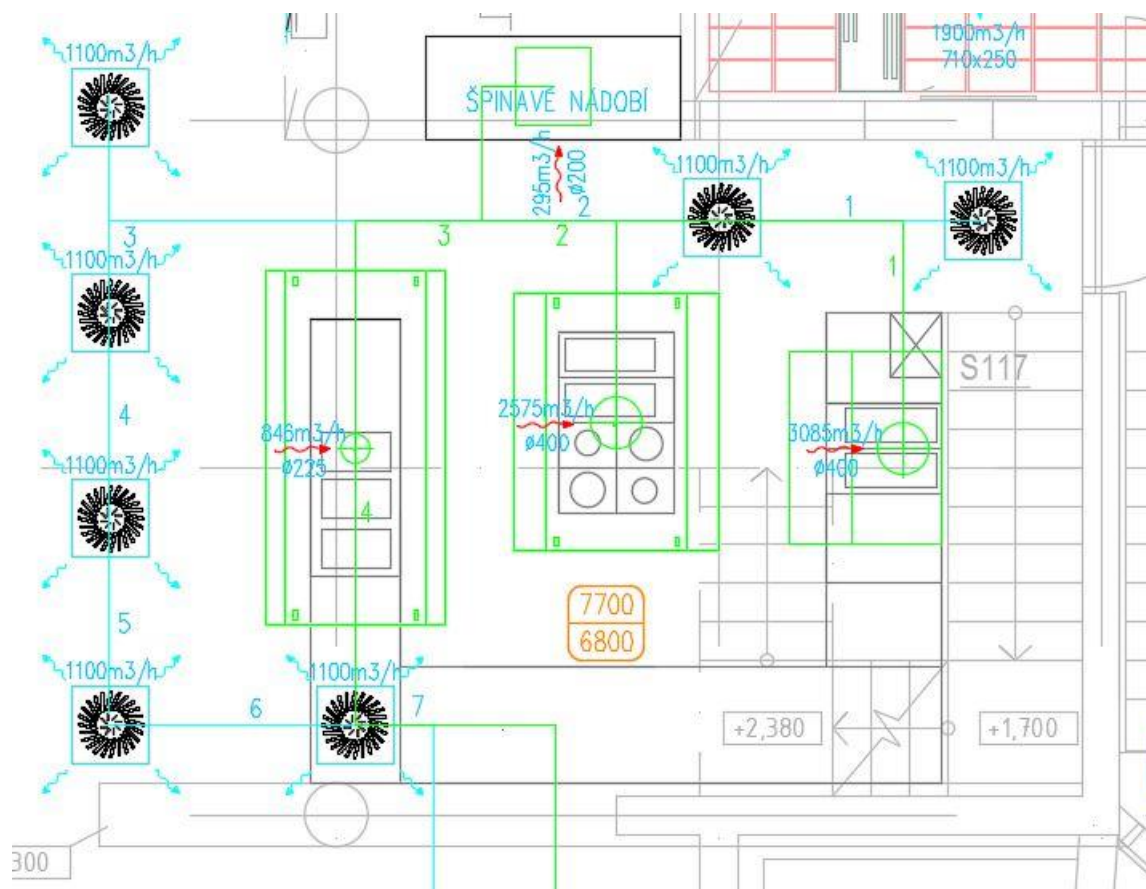
Stanovení rychlosti proudění:

Rychlost proudění v uvažované výšce 2 metry nad podlahou bude rychlost proudění $0,19\text{ m/s}$.



6.3. Dimenzování potrubí

Jednočarové schéma:



PŘÍVOD:

u	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R*L [Pa]
1	1100	0,306	1,8	2	0,153	0,441	500 x 400	0,444	1,974	0,14	0,6	1,385	1,637
2	2200	0,611	5	3	0,204	0,509	710 x 450	0,551	2,563	0,14	0,3	1,168	1,868
3	3300	0,917	0,75	4	0,229	0,540	710 x 450	0,551	3,844	0,31	0,9	7,881	8,114
4	4400	1,222	1,5	4,5	0,272	0,588	900 x 450	0,600	4,323	0,21	0,6	6,643	6,958
5	5500	1,528	1,5	5	0,306	0,624	900 x 450	0,600	5,404	0,31	0,3	5,190	5,655
6	6600	1,833	1,5	6	0,306	0,624	900 x 500	0,643	5,646	0,45	0,6	11,332	12,007
7	7700	2,139	42	7	0,306	0,624	900 x 500	0,643	6,587	0,45	1,5	38,562	57,462

Σ	94
+ REGULATOR PRÚTOKU	100
+ TLUMIC HLUKU	30
+ POZARNÍ Klapka	20
+ TLAK. ZTRATA NA SANI	12
+ ANEM OSTAT	20
CELKEM	276

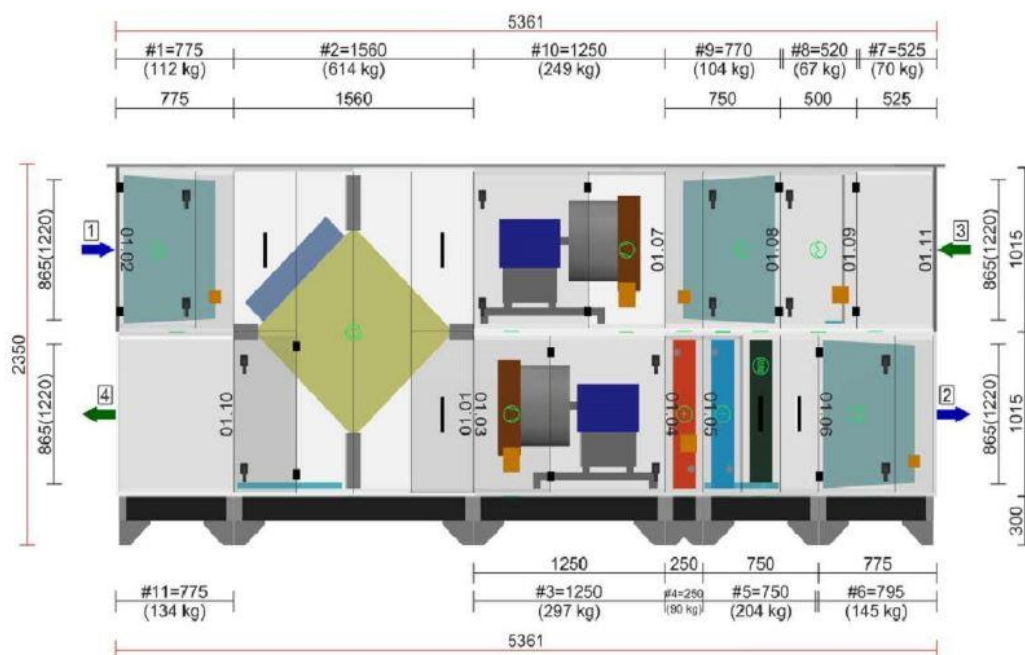
ODVOD:

u	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S [m ²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R*L [Pa]
1	3085	0,857	4,5	3	0,286	0,603	900 x 450	0,600	3,031	0,14	1,2	6,532	7,162
2	5660	1,572	1,1	5	0,314	0,633	900 x 450	0,600	5,561	0,31	0,3	5,496	5,837
3	5955	1,654	3	6	0,276	0,592	900 x 450	0,600	5,851	0,31	0,9	18,253	19,183
4	6800	1,889	43	7	0,270	0,586	900 x 450	0,600	6,681	0,45	1,5	39,667	59,017
Σ													91
+ REGULÁTOR PRŮTOKU													100
+ TLUMIČ HLUKU													30
+ POŽÁRNÍ Klapka													20
+ TUKOVÝ FILTR V POTRUBÍ													20
+ TLAK. ZTRÁTA NA SÁNÍ													12
+ DIGESTOŘ													20
CELKEM													293

6.4. Vzduchotechnická jednotka

Návrh VZT jednotky jsem provedla v programu od firmy REMAK, a.s. . Jednotka bude umístěná na střeše objektu.

Kompletní specifikace jednotky je přiložena v části Přílohy.



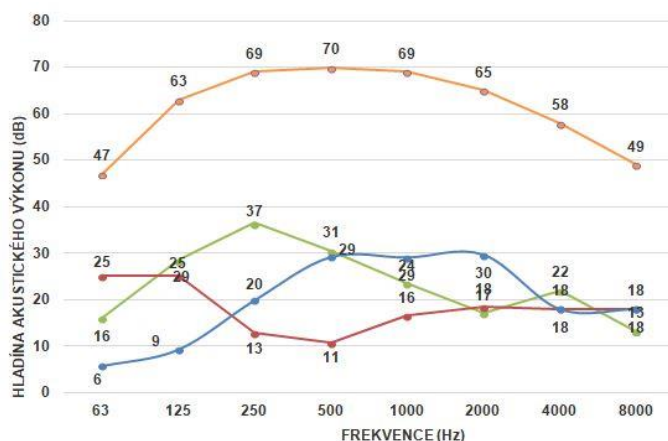
6.5. Útlum hluku

Spočítaná hladina akustického výkonu v prostoru restaurace a v exteriéru se porovnává s mezní hodnotou, která je stanovena nařízením vlády o ochraně před hlukem a vibracemi.

6.5.1. Útlum hluku do interiéru

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L _{WA, PŘÍVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 1 - PŘÍVOD	47	63	69	70	69	65	58	49
L _{WA, ODVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 2 - ODVOD	41	60	63	62	63	61	56	47
L _{WA, CELKEM}	LOG. SOUČET AKUS. VÝKONU ZDROJE PŘÍVOD + ODVOD	48	65	70	71	70	66	60	51
PŘIROZENÝ ÚTLUM	PŘÍVOD - kolena, odbočky, trouby	25	25	13	10	16	18	18	18
	ODVOD - kolena, odbočky, trouby	27	27	14	12	17	22	22	22
	PŘÍVOD - koncový odraz	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ODVOD - koncový odraz	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VLOŽENÝ ÚTLUM	PŘÍVOD								
	ODVOD								
	PŘÍVOD / ODVOD - SONOFLEX potrubí Ø315 mm	16	28,5	36,5	30,5	23,5	17	22	13
L _{V, PŘÍVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - PŘÍVOD	22	38	56	60	53	47	40	31
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - ODVOD	14	33	49	50	46	39	34	25
L _{V, PŘÍVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - PŘÍVOD	6	9	20	29	29	30	18	18
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - ODVOD	-2	4	13	20	23	22	12	12
L _V	Hladina akustického výkonu výústky - PŘÍVOD	udává výrobce na základě objemového průtoku vzduchu							
L _V	Hladina akustického výkonu výústky - ODVOD								
K	Korekce na počet výústek - PŘÍVOD	počet výústek: 8							
K	Korekce na počet výústek - ODVOD	počet výústek: 4							
L _s	Hladina akustického výkonu výústek - PŘÍVOD	logaritmickeý součet akustického výkonu (potrubí + výústky)							
L _s	Hladina akustického výkonu výústek - ODVOD	logaritmickeý součet akustického výkonu (potrubí + výústky)							
L _s	SOUČTOVÁ HLADINA AKUS. VÝKONU VŠECH VÝUSTEK	log. součet akustického výkonu vycházejícího ze všech výústek							
Q	SMĚROVÝ SOUČINITEL	umístění výústek - STROP							
r	VZDÁLENOST OD VÝUSTKY K POSLUCHAČI								
A	POHLTIVÁ PLOCHA MÍSTNOSTI (m²)	51,23							
L _{eq}	HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	pohltivost (-)							
L _{2,A}	NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE								

POSUDEK: 47dB < 50 dB ... hladina akustického výkonu nepřesahuje stanovenou mez

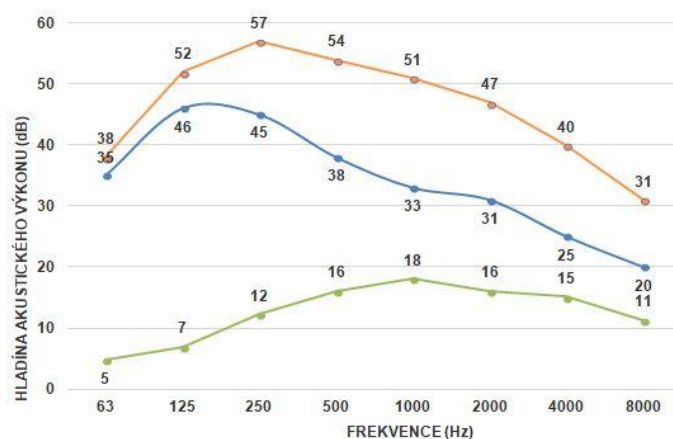


AKUS. VÝKON PO ÚTLUMU (PŘIROZENÝ + VLOŽENÝ)	6	9	20	29	29	30	18	18
PŘIROZENÝ ÚTLUM (POTRUBÍ + KONCOVÝ ODRAZ)	25	25	13	11	16	18	18	18
VLOŽENÝ ÚTLUM (TLUMIČ + SONOFLEX)	16	29	37	31	24	17	22	13
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU	47	63	69	70	69	65	58	49
HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	47							
NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU	50							

6.5.2. Útlum hluku do exteriéru

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumu v oktavových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA, PŘÍVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 1 - SÁNÍ	38	52	57	54	51	47	40	31	60
L _{WA, ODVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 2 - VÝFUK	43	57	58	59	59	55	48	40	65
L _{WA, CELKEM}	LOG. SOUČET AKUS. VÝKONU ZDROJE SÁNÍ + VÝFUK	44	58	61	60	60	56	49	41	66
PŘIROZENÝ ÚTLUM	SÁNÍ - kolena, odbočky, trouby									
	VÝFUK - kolena, odbočky, trouby									
	SÁNÍ - koncový odraz									
	VÝFUK - koncový odraz									
VLOŽENÝ ÚTLUM	SÁNÍ - kulisový tlumič 1200/850/500, f=200mm, e=3	3	6	12	16	18	16	15	11	
	VÝFUK - kulisový tlumič 1200/850/500, f=200mm, e=3	3	6	12	16	18	16	15	11	
	SÁNÍ / VÝFUK - SONOFLEX potrubí Ø315 mm									
L _{V, PŘÍVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - SÁNÍ	38	52	57	54	51	47	40	31	60
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - VÝFUK	43	57	58	59	59	55	48	40	65
L _{V, PŘÍVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - SÁNÍ	35	46	45	38	33	31	25	20	49
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - VÝFUK	40	51	46	43	41	39	33	29	53
L _V	Hladina akustického výkonu výustky - SÁNÍ	udává výrobce na základě objemového průtoku vzduchu								
L _V	Hladina akustického výkonu výustky - VÝFUK									
K	Korekce na počet výustek - SÁNÍ									0
K	Korekce na počet výustek - VÝFUK									0
L _e	Hladina akustického výkonu výustek - SÁNÍ									49
L _e	Hladina akustického výkonu výustek - VÝFUK									53
L _e	SOUČTOVÁ HLADINA AKUS. VÝKONU VŠECH VÝUSTEK									55
Q	SMĚROVÝ SOUČINITEL									1
r	VZDÁLENOST OD VÝUSTKY K POSLUCHAČI									5
L _{so}	HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE									30
L _{PA}	NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE									40

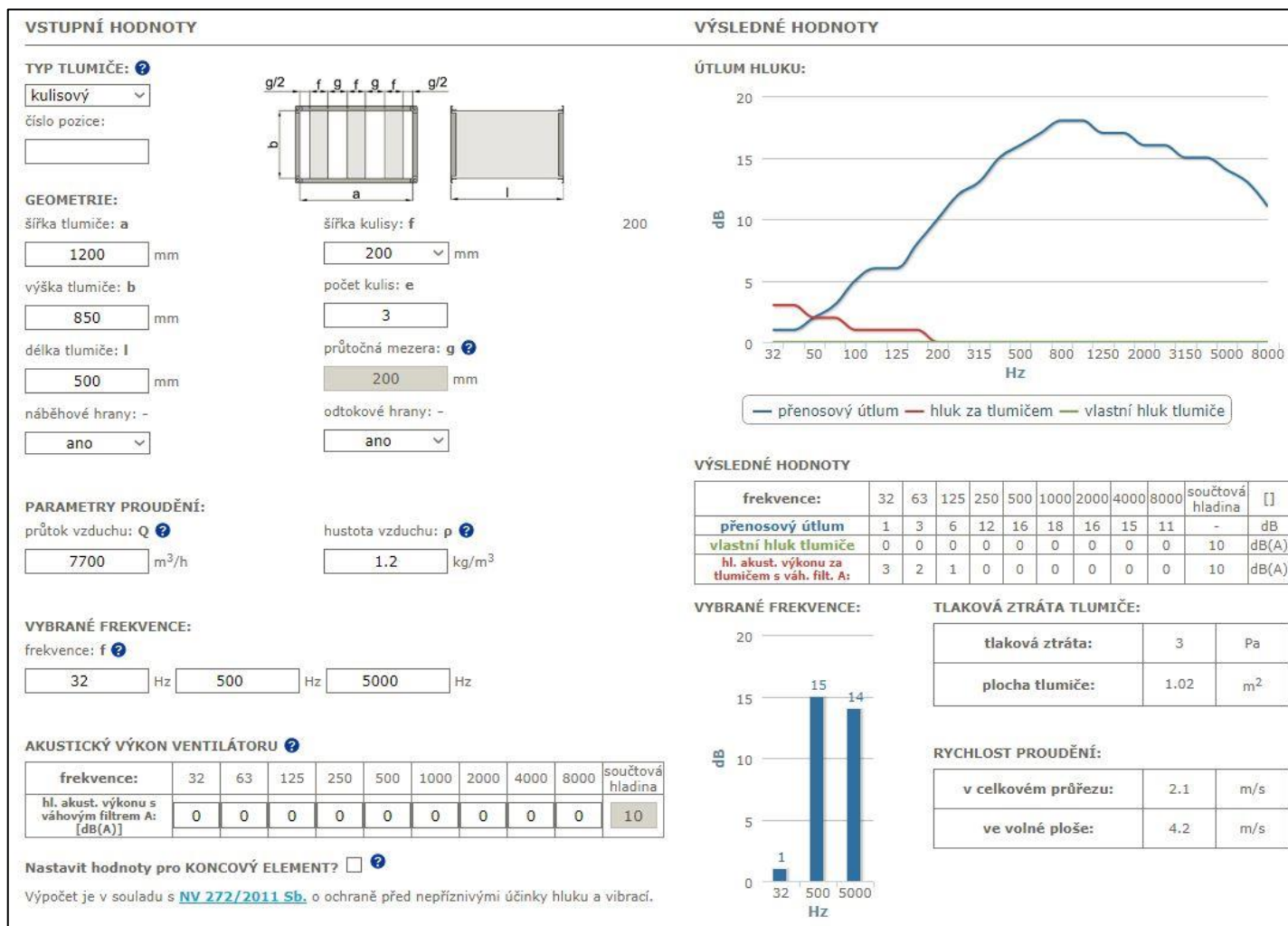
POSUDEK: 30 dB < 40 dB ... hladina akustického výkonu nepřesahuje stanovenou mez



AKUS. VÝKON PO ÚTLUMU (PŘIROZENÝ + VLOŽENÝ)	35	46	45	38	33	31	25	20
VLOŽENÝ ÚTLUM (TLUMIČ + SONOFLEX)	5	7	12	16	18	16	15	11
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU	38	52	57	54	51	47	40	31
HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	30							
NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU	40							

6.5.2.1. Tlumič hluku na sacím potrubí

Pro dosažení vyhovující hodnoty hladiny akustického tlaku ve venkovním prostředí bylo třeba navrhnout tlumiče hluku na sacím i výfukovém potrubí. Pro návrh tlumiče jsem využila návrhový software společnosti MART, s.r.o..



6.5.2.2. Tlumič hluku na výfukovém potrubí

VSTUPNÍ HODNOTY

TYP TLUMIČE: ?
 kulisový ▼
 číslo pozice:

GEOMETRIE:
 šířka tlumiče: **a**
 mm
 výška tlumiče: **b**
 mm
 délka tlumiče: **l**
 mm
 náběhové hrany: -
 ▼

PARAMETRY PROUDĚNÍ:
 průtok vzduchu: **Q** ?
 m³/h
 hustota vzduchu: **ρ** ?
 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:
 frekvence: **f** ?
 Hz Hz Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU ?

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

Nastavit hodnoty pro KONCOVÝ ELEMENT? ☐ ?
 Výpočet je v souladu s [NV 272/2011 Sb.](#) o ochraně před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

šířka kulisy: **f**
 mm
 počet kulis: **e**

 průtočná mezera: **g** ?
 mm
 odtokové hrany: -
 ▼

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

— přenosový útlum — hluk za tlumičem — vlastní hluk tlumiče

VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	1	3	6	12	16	18	16	15	11	-	dB
vlastní hluk tlumiče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	3	2	1	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	2	Pa
plocha tlumiče:	1.02	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.9	m/s
ve volné ploše:	3.7	m/s

7. KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ Č. 3

Umístění grilu na dřevěné uhlí do varny

Pronajímatel restaurace si přeje více využít předsazeného varného místa v restauraci a chtěl by do tohoto prostoru umístit gril na dřevěné uhlí. Zpracování tohoto požadavku je předmětem třetího koncepčního řešení.

7.1. Popis grilu

Vybrán byl gril na dřevěné uhlí Josper HJX 50.

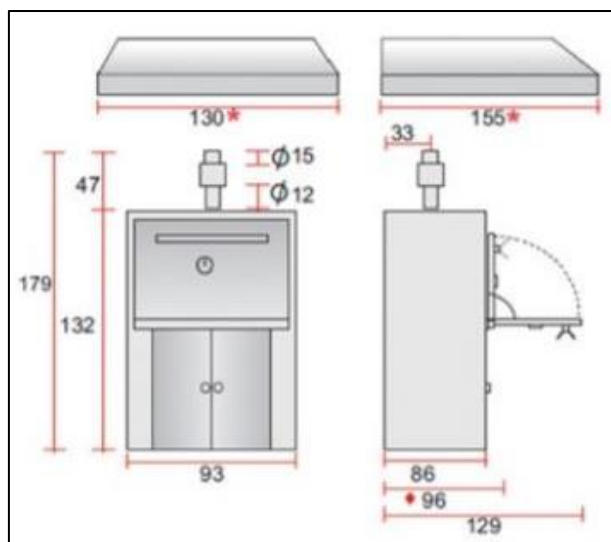
Tento gril kombinuje funkci trouby a grilu. Má vestavěný ventilační systém pro regulaci teploty. Gril bude vybaven zachytávačem jisker, který zaručí, že se jiskry nebudou přenášet do vzduchovodu, a kloboučkem, který plní funkci přerušovače tahu. Sníží teplotu vzduchu vycházejícího ze zachytávače jisker a zároveň usměrní proud tak, aby do ventilace vstupoval bez turbulence.



Obrázek 23 Grilovací pec Josper HJX 50. [12]

Výrobce na svých internetových stránkách udává, že v případě, kdy je gril vybaven právě zachytávačem jisker a kloboučkem, může být umístěn pod digestoř bez samostatného odtahu spalin. Výrobce stanovuje potřebné průtočné množství pro odtah a rozměry digestoře.

Minimální průměr připojovacího hrdla digestoře	... 300 mm
Výrobce stanovené množství odsávaného vzduchu	... 3 500 m ³ /h



Obrázek 24 Rozměry digestoře pro Josper HJX 50. [12]

7.2. Dispozice

V nově vzniklé varně v části restaurace, kterou jsem řešila v Koncepčním návrhu č.2, zůstanou spotřebiče umístěny dle původního návrhu. Tento gril bude nově umístěn tak, aby délka vzduchovodu byla co nejkratší.

Celý tento prostor bude obsluhován společnou vzduchotechnickou jednotkou. Oproti Koncepčnímu řešení č.2 tedy dojde k nárůstu vzduchového výkonu o 3 500 m³/h na přívodu i na odtahu. Bude tak potřeba znovu navrhnout VZT jednotku a nadimenzovat potrubí.

Potřebný vzduchový výkon VZT jednotky:

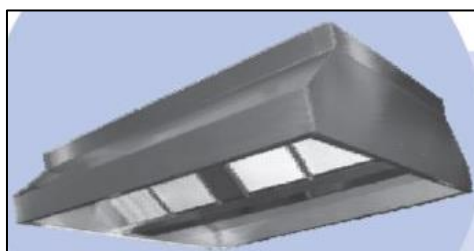
$$V_{ods} = 6\,800 \text{ m}^3/\text{h} + 3\,500 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{10\,300 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$V_{př} = 7\,700 \text{ m}^3/\text{h} + 3\,500 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{11\,200 \text{ m}^3/\text{h}}$$

7.3. Distribuční elementy

ODVOD:

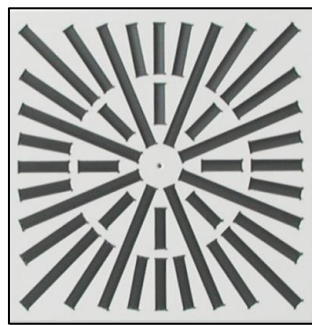
Vzduch bude odsáván pomocí digestoří stejně jako v předchozím koncepčním návrhu. Přibude navíc odsávací zákryt pro gril, který má rozměry 1 400 mm x 1 600 mm. Od zákrytu povede z místnosti samostatné potrubí, opatřené požární klapkou na výstupu z restaurace. Ve stoupací šachtě se potom obě stoupací odtahová potrubí spojí kalhotovým kusem v jedno.



Obrázek 25 Digestoř STANDARD od firmy Atrea. [1]

PŘÍVOD:

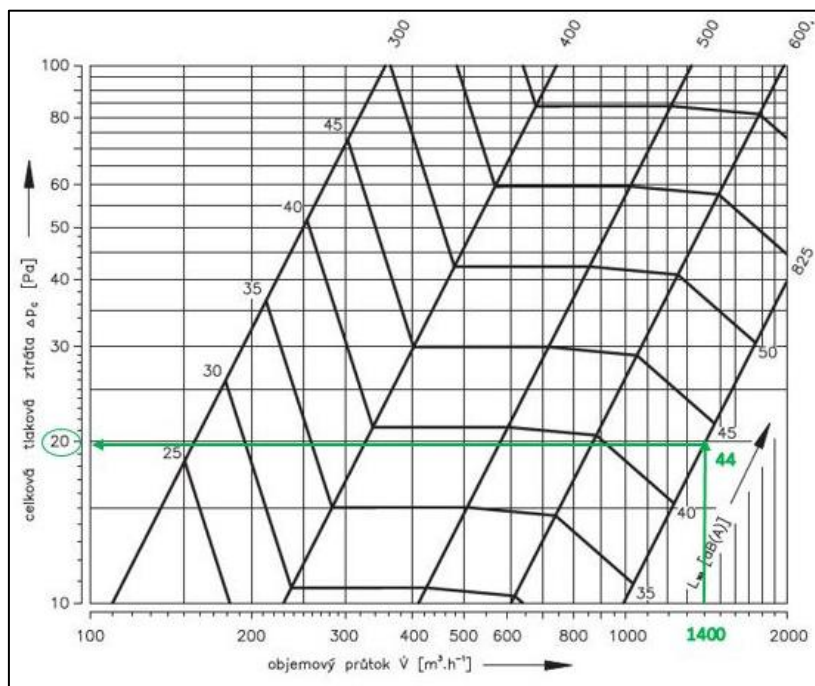
Pro přívod vzduchu do prostoru varny byly ponechány vířivé anemostaty VDM-M 825. Bylo použito celkem 8 ks těchto vyústí, každá z nich je dimenzovaná na průtok 1 400 m³/h.



Obrázek 26 Vířivý anemostat VDM-M. [11]

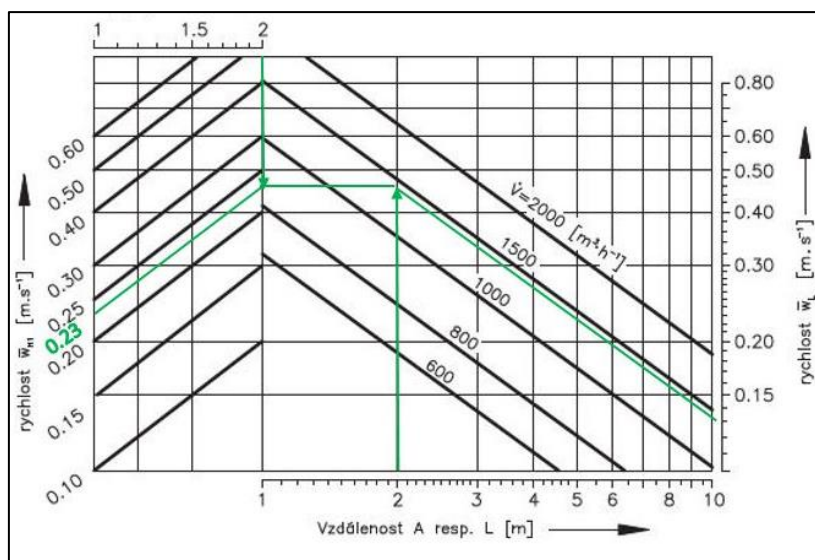
Stanovení tlakové ztráty anemostatu:

Při průtoku 1 400 m³/h je hladina akustického výkonu 44 dB(A) a tlaková ztráta 20 Pa.



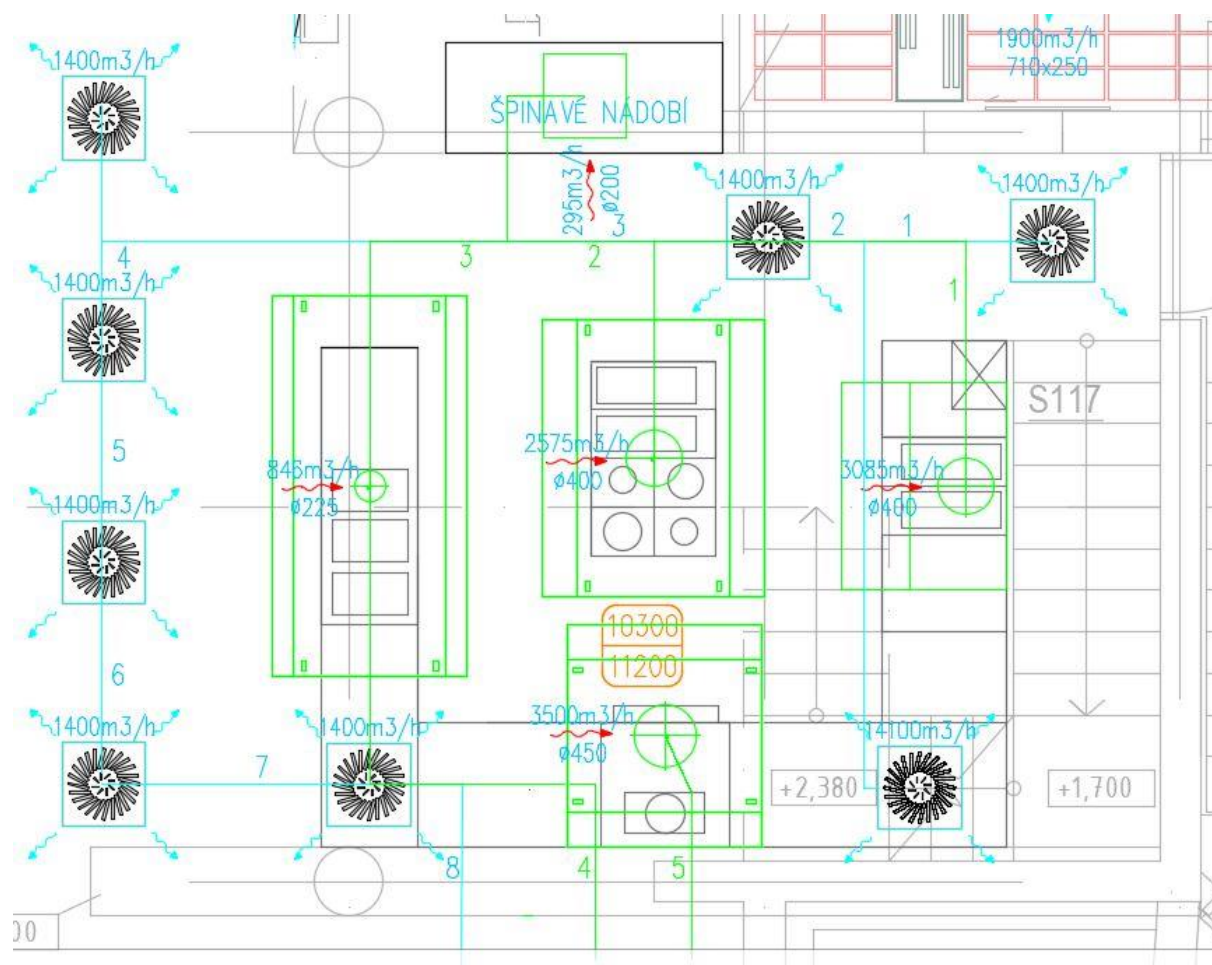
Stanovení rychlosti proudění:

Rychlost proudění v uvažované výšce 2 metry nad podlahou bude rychlost proudění 0,23 m/s.



7.4. Dimenzování potrubí

Jednočarové schéma:



PŘÍVOD:

u	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S [m ²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R*L [Pa]
1	1400	0,389	1	2	0,194	0,498	560 x 450	0,499	1,989	0,14	0,6	1,406	1,546
2	2800	0,778	0,7	3	0,259	0,575	800 x 500	0,615	2,618	0,14	0,3	1,219	1,317
3	4200	1,167	5	4	0,292	0,609	800 x 500	0,615	3,928	0,31	0,9	8,226	9,776
4	5600	1,556	0,75	4,5	0,346	0,663	900 x 500	0,690	4,160	0,21	0,6	6,153	6,310
5	7000	1,944	1,5	5	0,389	0,704	1000 x 500	0,718	4,803	0,31	0,3	4,100	4,565
6	8400	2,333	1,5	5,5	0,424	0,735	1000 x 500	0,718	5,763	0,45	0,6	11,807	12,482
7	9800	2,722	1,5	6	0,454	0,760	1000 x 650	0,773	5,801	0,45	1,5	29,906	30,581
8	11200	3,111	42	7	0,444	0,752	1000 x 650	0,773	6,629	0,45	1,5	39,061	57,961

Σ 125

+ REGULACNÍ KLAPKA	50
+ TLUMIC HLUKU	30
+ POŽARNÍ KLAPKA	20
+ TLAK. ZTRÁTA NA SANI	12
+ ANEMOSTAT	20

CELKEM	257
--------	-----

ODTAH:

u	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S [m ²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R*L [Pa]
1	3085	0,857	4,5	3	0,286	0,603	700 x 560	0,626	2,784	0,14	1,2	5,512	6,142
2	5660	1,572	1,1	5	0,314	0,633	700 x 560	0,626	5,108	0,31	0,3	4,639	4,980
3	5955	1,654	3	6	0,276	0,592	700 x 560	0,626	5,375	0,31	0,9	15,404	16,334
4	6800	1,889	43	6,5	0,291	0,608	700 x 560	0,626	6,137	0,45	1,5	33,477	52,827

Σ 80

+ REGULAČNÍ KLAPKA	50
+ TLUMIČ HLUKU	30
+ POŽÁRNÍ KLAPKA	20
+ TUKOVÝ FILTR V POTRUBÍ	20
+ TLAK. ZTRÁTA NA VÝFUK	12
+ DIGESTOŘ	20

CELKEM 1-4	232
------------	-----

u	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S [m ²]	d' [m]	A x B [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R*L [Pa]
5	3500	0,972	40	6	0,162	0,454	450 x 560	0,499	4,971	0,45	1,5	21,966	39,966

Σ 40

+ POŽÁRNÍ KLAPKA	20
+ TUKOVÝ FILTR V POTRUBÍ	20
+ TLAK. ZTRÁTA NA VÝFUK	12
+ DIGESTOŘ	20

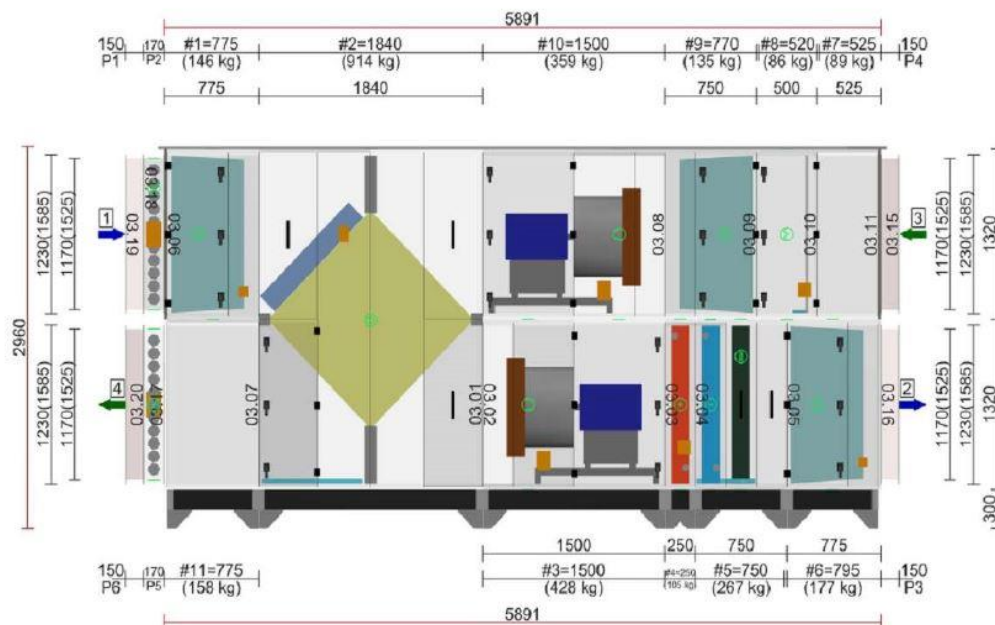
CELKEM 5	112
----------	-----

CELKEM	344
--------	-----

7.5. Vzduchotechnická jednotka

Návrh VZT jednotky jsem provedla v návrhovém programu firmy REMAK, a.s.. Jednotka bude umístěná na střeše objektu.

Kompletní specifikace jednotky je přiložena v části Přílohy.



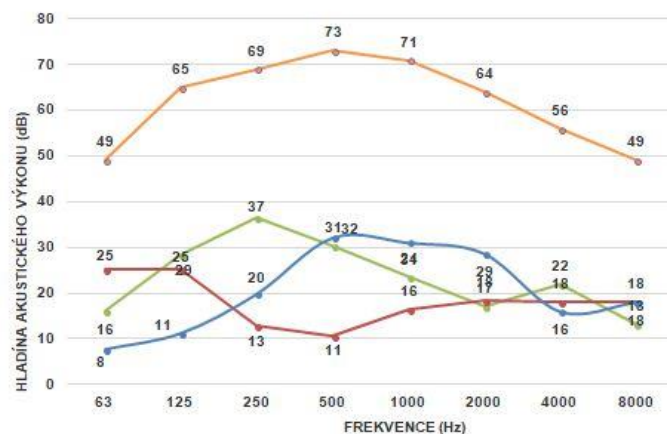
7.6. Útlum hluku

Spočítaná hladina akustického výkonu v prostoru restaurace a v exteriéru se porovnává s mezní hodnotou, která je stanovena nařízením vlády o ochraně před hlukem a vibracemi.

7.6.1. Útlum hluku do interiéru

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA, PŘÍVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 1 - PŘÍVOD	49	65	69	73	71	64	56	49	77
L _{WA, ODVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 2 - ODVOD	45	60	72	71	68	64	59	47	76
L _{WA, CELKEM}	LOG. SOUČET AKUS. VÝKONU ZDROJE PŘÍVOD + ODVOD	50	66	74	75	73	67	61	51	79
PŘÍROZENÝ ÚTLUM	PŘÍVOD - kolena, odbočky, trouby	25	25	13	10	16	18	18	18	
	ODVOD - kolena, odbočky, trouby	27	27	15	14	20	25	25	25	
	PŘÍVOD - koncový odraz	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	ODVOD - koncový odraz	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
VLOŽENÝ ÚTLUM	PŘÍVOD									
	ODVOD									
	PŘÍVOD / ODVOD - SONOFLEX potrubí Ø315 mm	16	28,5	36,5	30,5	23,5	17	22	13	
L _{V, PŘÍVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - PŘÍVOD	24	40	56	63	55	46	38	31	64
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - ODVOD	18	33	57	57	48	39	34	22	60
L _{V, PŘÍVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - PŘÍVOD	8	11	20	32	31	29	16	18	36
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - ODVOD	2	4	20	26	24	22	12	9	30
L _V	Hladina akustického výkonu výustky - PŘÍVOD	udává výrobce na základě objemového průtoku vzduchu								
L _V	Hladina akustického výkonu výustky - ODVOD									
K	Korekce na počet výustek - PŘÍVOD						počet výustek: 8			9
K	Korekce na počet výustek - ODVOD						počet výustek: 4			6
L _A	Hladina akustického výkonu výustek - PŘÍVOD	logaritmický součet akustického výkonu (potrubí + výustky)								45
L _A	Hladina akustického výkonu výustek - ODVOD	logaritmický součet akustického výkonu (potrubí + výustky)								37
L _A	SOUČTOVÁ HLADINA AKUS. VÝKONU VŠECH VÝUSTEK	log. součet akustického výkonu vycházejícího ze všech výustek								46
Q	SMĚROVÝ SOUČINITEL	umístění výustek - STROP								2
r	VZDÁLENOST OD VÝUSTKY K POSLUCHAČI									0,8
A	POHLTIVÁ PLOCHA MÍSTNOSTI (m²)					32,4	pohltivost (-)	0,3		10
L _{eq}	HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE									44
L _{p,A}	NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE									50

POSUDEK: 44 dB < 50 dB ... hladina akustického výkonu nepřesahuje stanovenou mez

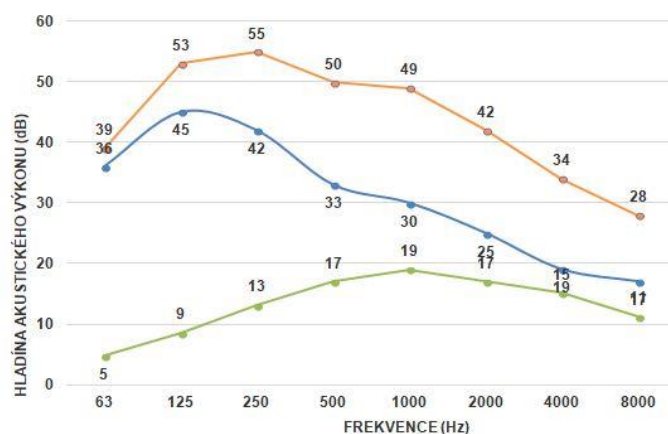


AKUS. VÝKON PO ÚTLUMU (PŘÍROZENÝ + VLOŽENÝ)	8	11	20	32	31	29	16	18
PŘÍROZENÝ ÚTLUM (POTRUBÍ + KONCOVÝ ODRAZ)	25	25	13	11	16	18	18	18
VLOŽENÝ ÚTLUM (TLUMIČ + SONOFLEX)	16	29	37	31	24	17	22	13
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU	49	65	69	73	71	64	56	49
HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	44							
NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU	50							

7.6.2. Útlum hluku do exteriéru

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumu v oktávových pásmech								součtová hladina
	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L _{WA, PRIVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 1 - SÁNÍ	39	53	55	50	49	42	34	28	59
L _{WA, ODVOD}	Hladina akustického výkonu ventilátoru 2 - VÝFUK	46	57	65	64	60	54	47	40	69
L _{WA, CELKEM}	LOG. SOUČET AKUS. VÝKONU ZDROJE SÁNÍ + VÝFUK	47	58	65	64	60	54	47	40	69
PŘIROZENÝ ÚTLUM	SÁNÍ - kolena, odbočky, trouby									
	VÝFUK - kolena, odbočky, trouby									
	SÁNÍ - koncový odraz									
	VÝFUK - koncový odraz									
VLOŽENÝ ÚTLUM	SÁNÍ - kulisový tlumič 1500/1000/500, f=200mm, e=4	3	8	13	17	19	17	15	11	
	VÝFUK - kulisový tlumič 1500/1000/500, f=200mm, e=4	3	8	13	17	19	17	15	11	
	SÁNÍ / VÝFUK - SONOFLEX potrubí Ø315 mm									
L _{V, PRIVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - SÁNÍ	39	53	55	50	49	42	34	28	59
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po přirozeném útlumu - VÝFUK	46	57	65	64	60	54	47	40	69
L _{V, PRIVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - SÁNÍ	36	45	42	33	30	25	19	17	47
L _{V, ODVOD}	Hladina akus. výkonu po CELKOVÉM útlumu - VÝFUK	43	49	52	47	41	37	32	29	55
L _v	Hladina akustického výkonu výustky - SÁNÍ	udává výrobce na základě objemového průtoku vzduchu								0
L _v	Hladina akustického výkonu výustky - VÝFUK									0
K	Korekce na počet výustek - SÁNÍ	počet výustek: 1								0
K	Korekce na počet výustek - VÝFUK	počet výustek: 1								0
L _s	Hladina akustického výkonu výustek - SÁNÍ	logaritmický součet akustického výkonu (potrubí + výustky)								47
L _s	Hladina akustického výkonu výustek - VÝFUK	logaritmický součet akustického výkonu (potrubí + výustky)								55
L _s	SOUČTOVÁ HLADINA AKUS. VÝKONU VŠECH VÝUSTEK	log. součet akustického výkonu vycházejícího ze všech výustek								56
Q	SMĚROVÝ SOUČINITEL									1
r	VZDÁLENOST OD VÝUSTKY K POSLUCHAČI									5
L _{so}	HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE									31
L _{pA}	NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE									40

POSUDEK: 31 dB < 40 dB ... hladina akustického výkonu nepřesahuje stanovenou mez



AKUS. VÝKON PO ÚTLUMU (PŘIROZENÝ + VLOŽENÝ)	36	45	42	33	30	25	19	17
VLOŽENÝ ÚTLUM (TLUMIČ + SONOFLEX)	5	9	13	17	19	17	15	11
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU	39	53	55	50	49	42	34	28
HLADINA AKUS. TLAKU V MÍSTĚ POSLUCHAČE	31							
NORMOVÁ HODNOTA AKUS. TLAKU	40							

7.6.2.1. Tlumič hluku na sacím potrubí

Pro dosažení vyhovující hodnoty hladiny akustického tlaku ve venkovním prostředí bylo třeba navrhnout tlumiče hluku na sacím i výfukovém potrubí. Pro návrh tlumiče jsem využila návrhový software společnosti MART, s.r.o..

VSTUPNÍ HODNOTY

TYP TLUMIČE: ?

kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:

šířka tlumiče: a

1500 mm

výška tlumiče: b

1000 mm

délka tlumiče: l

500 mm

náběhové hrany: -

ano

šířka kulisy: f

200 mm

počet kulis: e

4

průměrná mezera: g ?

175 mm

odtokové hrany: -

ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu: Q ?

11200 m³/h

hustota vzduchu: ρ ?

1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f ?

32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU ?

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váh. filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

Nastavit hodnoty pro KONCOVÝ ELEMENT? ?

Výpočet je v souladu s [NV 272/2011 Sb.](#) o ochraně před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

— přenosový útlum — hluk za tlumičem — vlastní hluk tlumiče

VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	1	3	8	13	17	19	17	15	11	-	dB
vlastní hluk tlumiče	0	0	0	1	2	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	2	2	1	1	2	0	0	0	0	11	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:

1 15 14

32 500 5000 Hz

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	4	Pa
plocha tlumiče:	1.5	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.1	m/s
ve volné ploše:	4.4	m/s

7.6.2.2. Tlumič hluku na výfukovém potrubí

VSTUPNÍ HODNOTY

TYP TLUMIČE: ?

číslo pozice:

GEOMETRIE:
šířka tlumiče: **a**
 mm

výška tlumiče: **b**
 mm

délka tlumiče: **l**
 mm

náběhové hrany: -

PARAMETRY PROUDĚNÍ:
průtok vzduchu: **Q** ?
 m³/h

hustota vzduchu: **p** ?
 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:
frekvence: **f** ?
 Hz Hz Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU ?

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váh. filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

Nastavit hodnoty pro KONCOVÝ ELEMENT? ☐ ?

Výpočet je v souladu s [NV 272/2011 Sb.](#) o ochraně před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

g/2 **f** **g** **f** **g** **f** **g/2**

šířka kulisy: **f**
 mm

počet kulis: **e**

průtočná mezera: **g** ?
 mm

odtokové hrany: -

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	1	3	8	13	17	19	17	15	11	-	dB
vlastní hluk tlumiče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	2	2	1	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	3	Pa
plocha tlumiče:	1.5	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.9	m/s
ve volné ploše:	4.1	m/s

7.7. Izolace potrubí

Výpočet povrchové kondenzace jsem provedla v návrhovém programu Teruna.

LÉTO - přívod vzduchu do interiéru [13]:

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: LÉTO - přívod vzduchu do interiéru

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_{ol}[^{\circ}\text{C}] = 24$
 $RH_{ol}[\%] = 66$

$a[\text{mm}] = 650$
 $b[\text{mm}] = 1000$

$tv_{st}[^{\circ}\text{C}] = 20.15$
 $tv_{st}[\%] = 55$

Délka(mm) = 42000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{po}[^{\circ}\text{C}] = 23.86$
 $t_{ro}[^{\circ}\text{C}] = 17.26$
 $t_{pv}[^{\circ}\text{C}] = 20.26$
 $tr_v[^{\circ}\text{C}] = 10.69$

$t[\text{mm}] = 40$

Průtok vzduchu [m³/h]: 11200
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.04
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 589.35

LÉTO - odvod odpadního vzduchu do exteriéru [13]:

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: LÉTO - odvod vzduchu do exteriéru

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_{ol}[^{\circ}\text{C}] = 24$
 $RH_{ol}[\%] = 66$

$a[\text{mm}] = 560$
 $b[\text{mm}] = 1150$

$tv_{st}[^{\circ}\text{C}] = 24.96$
 $tv_{st}[\%] = 70$

Délka(mm) = 42000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{po}[^{\circ}\text{C}] = 24.04$
 $t_{ro}[^{\circ}\text{C}] = 17.26$
 $t_{pv}[^{\circ}\text{C}] = 24.89$
 $tr_v[^{\circ}\text{C}] = 19.15$

$t[\text{mm}] = 40$

Průtok vzduchu [m³/h]: 10300
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.04
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -151.92

LÉTO - sání čerstvého vzduchu z exteriéru [13]:

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: LÉTO - sání

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 24$
 $\text{RHo}(\%) = 66$

$a(\text{mm}) = 1000$
 $b(\text{mm}) = 1500$

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 28.97$
 $t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 29$
 $\text{RH}(\%) = 37$

Délka(mm) = 5000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 24.18$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 17.26$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = 28.58$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = 12.84$

$t(\text{mm}) = 40$

Průtok vzduchu [m³/h]: 10300
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.04
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -128.09

ZIMA - přívod vzduchu do interiéru [13]:

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZIMA - přívod vzduchu do interiéru

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 24$
 $\text{RHo}(\%) = 34$

$a(\text{mm}) = 650$
 $b(\text{mm}) = 1000$

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 19.02$
 $t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 19$
 $\text{RH}(\%) = 9$

Délka(mm) = 5000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 23.82$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 7.19$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = 19.33$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = -14.51$

$t(\text{mm}) = 40$

Průtok vzduchu [m³/h]: 11200
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.04
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 87.7

ZIMA - odvod odpadního vzduchu do exteriéru [13]:

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZIMA - odvod odpadního vzduchu do exteriéru

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 24$
 $\text{RH}_o(\%) = 34$

$a(\text{mm}) = 560$
 $b(\text{mm}) = 1150$

$t_{\text{výst}}(^{\circ}\text{C}) = 25$
 $t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 25$
 $\text{RH}(\%) = 60$

Délka(mm) = 5000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 24.04$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 7.19$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = 24.93$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = 16.7$

$t(\text{mm}) = 40$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 10300
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.04
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -18.09

ZIMA - sání čerstvého vzduchu z exteriéru [13]:

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZIMA - sání

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 24$
 $\text{RH}_o(\%) = 34$

$a(\text{mm}) = 1000$
 $b(\text{mm}) = 1500$

$t_{\text{výst}}(^{\circ}\text{C}) = -11.87$
 $t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = -12$
 $\text{RH}(\%) = 95$

Délka(mm) = 5000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 23.32$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 7.19$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = -10.54$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = -12.57$

$t(\text{mm}) = 80$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 11200
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.04
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 512.36

riziko kondenzace



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST C – PROJEKT

VĚTRÁNÍ STRAVOVACÍCH PROVOZŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kristýna Havlátová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARIAN FORMÁNEK, Ph.D.

BRNO 2018

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Akce:	Diplomová práce - Větrání stravovacího provozu
Profese:	Vzduchotechnika
Vypracoval:	Bc. Kristýna Havlátová
Vedoucí práce:	Ing. Marian Formánek, Ph.D.
Datum:	leden 2018
Stupeň:	Dokumentace pro provedení stavby

OBSAH:

1. ÚVOD
2. ZÁKLADNÍ KONCEPCE ŘEŠENÍ
3. POPIS VZT ZAŘÍZENÍ
4. ZDROJE ENERGIE
5. PROTIHLUKOVÁ A PROTITŘESOVÁ OPATŘENÍ
6. PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ
7. IZOLACE A NÁTĚRY
8. POŽADAVKY NA NAVAZUJÍCÍ PROFESE
9. MONTÁŽ, PROVOZ, OBSLUHA A ÚDŽBA ZAŘÍZENÍ
10. ZÁVĚR

SEZNAM PŘÍLOH:

11. TABULKA ZAŘÍZENÍ
12. BLOKOVÉ SCHÉMA SYSTÉMU REGULACE
13. POLOŽKOVÁ SPECIFIKACE

1. ÚVOD

1.1. Účel a funkce zařízení

Předmětem zpracování projektu pro provedení stavby je návrh teplovzdušného větrání a klimatizace kuchyňského provozu v prostorách polyfunkčního objektu v Brně tak, aby byly dodrženy předepsané požadavky na vnitřní mikroklima.

Dokumentace je zpracována na úrovni dokumentace skutečného provedení.
Předmětem řešení tohoto projektu nejsou navazující profese.

1.2. Podklady pro zpracování

Výchozími podklady pro zpracování dokumentace byly:

- stavební výkresy
- projektová dokumentace stávajícího stavu VZT
- státní normy oboru vzduchotechnika
- požadavky investora
- seznam spotřebičů s jejich rozměry a příkony
- výpočtové stavy venkovního vzduchu (teplota, vlhkost)

Vycházeno bylo z předpokladu, že tepelné ztráty jsou pokrývány profesí ÚT, dle technické zprávy ÚT.

1.3. Použité předpisy

- Nařízení vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
- Nařízení vlády č.148/2007 Sb. ze dne 15. března, kterým se mění nařízení vlády č. 88/2004 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- ČSN 12 7010 – Vzduchotechnická zařízení. Navrhování větracích a klimatizačních zařízení.
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty (2009)
- ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení (2009)
- ČSN 73 0872 - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení (2006)
- VDI 2052
- MAUTHAUSEROVÁ, Z. a kol. Větrání kuchyní. Praha: STP, 2000
- Projekční podklady společnosti ATREA, s.r.o.
- Projekční podklady společnosti MANDÍK a.s.
- Projekční podklady společnosti MART s.r.o.
- Projekční podklady společnosti REMAK a.s.
- Firemní podklady firmy JOSPER

1.4. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Brno
Nadmořská výška:	225 m. n. m.
Normální tlak vzduchu:	0,0975 MPa
Letní výpočtová teplota:	+29 °C
Letní výpočtová entalpie:	56,1 kJ/kg s.v.
Zimní výpočtová teplota:	-12 °C

1.5. Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Parametry vnitřního prostředí jsou dány hygienickými předpisy, směrnicemi, normami a požadavky investora.

Letní výpočtová teplota:	26 °C	
Zimní výpočtová teplota:	24 °C	
Relativní vlhkost:	30 - 70 %	
Hladina akustického tlaku:	pro denní provoz	... 50 dB(A) (až 60dB(A))
	noční provoz	... 40 dB(A)

Bylo uvažováno s celkovým počtem 6 zaměstnanců.

Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí:

Stěna mezi budovami	$U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vnitřní nosné konstrukce	$U = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$
Okna	$U = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Strop	$U = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
Podlaha	$U = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
Příčky tl. 300 mm	$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$
Příčky tl. 150 mm	$U = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dveře vnitřní	$U = 3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

Součinitele prostupu konstrukcí se pohybují na hranicích doporučených součinitelů prostupu dle ČSN 73 0540-2.

2. ZÁKLADNÍ KONCEPCE ŘEŠENÍ

Dle způsobu úpravy vzduchu je vzduchotechnické zařízení navrženo takto:

TVCH - Teplovzdušné větrání, chlazení - zařízení s úpravou vzduchu filtrací, ohřevem a chlazením. Zařízení zajistí větrání požadovaného prostoru. Teplota je udržována automaticky pomocí systému měření a regulace.

3. POPIS VZT ZAŘÍZENÍ

Stávající zařízení pro větrání kuchyně bude ponecháno beze změn. Upraven bude počet spotřebičů ve stávající kuchyni tak, aby současná vzduchotechnika byla spolehlivě schopna odvětrat tepelnou i vlhkostní zátěž. Toto zařízení bude obsluhovat stávající vzduchotechnická jednotka, která je umístěna na střeše objektu.

Nově bude část spotřebičů přesunuta do prostoru restaurace. Pro tento prostor je navržena samostatná vzduchotechnika, která má za úkol prostor provětrat a zajistit požadované parametry vnitřního prostředí. Byla navržena vzduchotechnická jednotka, která bude umístěna na střeše objektu na ocelovém rámu s pochozí plošinou (dodávka stavby). Transport jednotky na střechu bude realizován jeřábem po jednotlivých transportních blocích. Jako zdroj chladu bude použita chladičí voda z TČ.

Sestava vzduchotechnické jednotky:

Přívodní část:

- nasávací protidešťová žaluzie
- uzavírací klapka se servopohonem (servopohon - dodávka MaR) vč. havarijní funkce
- filtrační komora s filtrem třídy M5
- deskový rekuperační výměník s bypassem s ovládáním 0-10V
- komora s ventilátorem s volným oběžným kolem s EC motorem
- vodní ohřívač s teplotním spádem 80/60 °C
- vodní chladič s teplotním spádem 6/12 °C
- filtrační komora s druhým stupněm filtrace - F7
- tlumicí vložka pro zabránění přenosu chvění do potrubního systému

Odvodní část:

- tlumicí vložka pro zabránění přenosu chvění do potrubního systému
- tukový filtr
- filtrační komora s filtrem M5
- komora s ventilátorem s volným oběžným kolem s EC motorem
- deskový rekuperační výměník s bypassem s ovládáním 0-10V
- uzavírací klapka se servopohonem (servopohon - dodávka MaR)
- výfuková žaluzie

Vzduchotechnická jednotka bude vybavena deskovým rekuperačním výměníkem s účinností 87 %. Hluk jednotky bude eliminován pomocí tlumičů hluku, které budou umístěny v potrubním rozvodu. Navržené větrání je řešeno jako mírně přetlakové a to z důvodu, aby byla vyrovnána bilance se sousední kuchyní a celkově tak byl kuchyňský provoz v rovnotlaku.

Množství přiváděného vzduchu: 11 200 m³/h

Množství odváděného vzduchu: 10 300 m³/h

Filtrovaný a tepelně upravený vzduch bude do interiéru dopravován čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu třídy těsnosti B, které bude v exteriéru opatřeno izolací tloušťky 80 mm s oplechováním. Potrubí bude zavěšeno na závěsech s roztečí maximálně 2-5 m dle velikosti potrubí. Vzduchovody na závěsech jsou podloženy gumou. Potrubí na odvodu v prostoru kuchyně je provedeno jako vodotěsné a pata stoupačky je vybavena nátrubkem pro odvod kondenzátu napojeného na potrubní rozvod pomocí kuličkového sifonu – dodávka ZTI.

Potrubní rozvody, které procházejí požárně dělícími konstrukcemi, jsou opatřeny protipožárními klapkami.

Koncové elementy pro přívod vzduchu budou vířivé anemostaty VVDM-M 825, které budou na potrubní rozvod napojeny ohebným flexi potrubím DN 315. Odvod znehodnoceného vzduchu bude také realizován čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu třídy těsnosti B, kde koncovými prvky budou osazeny odsávací zákryty. Odsávací zákryty budou na potrubní rozvod napojeny přechodovými tvarovkami.

Sání vzduchu bude provedeno pomocí sací žaluzie nad střechou objektu. Výfuk bude realizován výfukovou hlavicí také nad střechou objektu.

Zařízení bude pracovat se 100% čerstvého vzduchu.

3.1. Regulace VZT zařízení

Ovládání a napájení zařízení zajistí profese MaR plně automatickým systémem. Profese ELE zajistí přívod elektrické energie pro rozvaděč MaR s potřebným jištěním.

Blokové schéma systému regulace je přiloženo k této technické zprávě.

Profese MaR zajistí tyto funkce:

- dodávku ovládání servopohonů sací a výfukové žaluzie (otevřeno / zavřeno)
- snímání a signalizaci zanesení filtrů (dle Δp)
- protimrazovou ochranu deskového výměníku (snímání tlaku na straně odvodu)
- dodávku a ovládání servopohonu obtokové klapky
- silové napájení ventilátorů
- plynulá regulace EC motorů ventilátorů
- měření tlaku na dýze ventilátoru
- ovládání třicestného ventilu směšovacího uzlu topení a chlazení (směš. uzel - dod. ÚT)
- ovládání čerpadla topného okruhu (zapnuto / vypnuto)
- protimrazovou ochranu teplovodního výměníku
- umístění teplotních čidel dle požadavků
- dodávku a ovládání servopohonů regulačních klapek digestoří
- blokaci funkce vytápění při požadavku na chlazení a obráceně

V prostoru varny budou umístěna dvě tlačítka (dod. MaR), kterými bude možno ovládat regulační klapky digestoří. Jedno tlačítko bude ovládat klapku digestoře nad výdejním pultem a druhé tlačítko bude ovládat současně digestoř nad varným centrem a nad fritézou. Digestoř nad pecí bude v provozu stále.

Množství přivodního vzduchu bude regulováno dle množství odsávaného vzduchu s navýšením 900 m³/h pro zajištění rovnotlaké bilance.

První stupeň regulace:

Obě regulační klapky v poloze ZAVŘENO - klapky otevřeny na 30 % objemového průtoku.

Množství přiváděného vzduchu: 6 645 m³/h

Množství odváděného vzduchu: 5 745 m³/h

Druhý stupeň regulace:

V provozu bude jedna z regulačních klapek, druhá bude stále zavřená. Množství odsávaného i přiváděného vzduchu se navýší o stanovené množství větracího vzduchu, tedy:

je-li otevřena klapka nad výdejním pultem:

Množství přiváděného vzduchu: 7 240 m³/h

Množství odváděného vzduchu: 6 340 m³/h

je-li otevřena klapka nad varným centrem:

Množství přiváděného vzduchu: 10 600 m³/h

Množství odváděného vzduchu: 9 700 m³/h

Třetí stupeň regulace:

Systém bude plně otevřen.

Množství přiváděného vzduchu: 11 200 m³/h

Množství odváděného vzduchu: 10 300 m³/h

Teplota přiváděného vzduchu je regulována dle snímané teploty v prostoru varny.

Provoz VZT jednotky bude dle časového režimu, který stanoví Provozovatel.

4. ZDROJE ENERGIE

4.1. Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT, servopohonů regulačních a uzavíracích klapek a pro ovládání směšovacích ventilů - soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400V /230V.

4.2. Tepelná energie

Výrobu tepelné energie a rozvody zajistí profese ÚT a chlazení. Rozsah pracovních teplot studené vody je $t_{w1}/t_{w2} = 6/12$ °C, rozsah pracovních teplot topné vody je $t_{w1}/t_{w2} = 80/60$ °C.

Přesné parametry pro napájení jsou uvedeny v příloze této technické zprávy - Tabulka zařízení.

5. PROTIHLUKOVÁ A PROTITŘESOVÁ OPATŘENÍ

Budou provedena následující opatření, aby nedocházelo k nadměrnému šíření hluku do větraného prostoru a do exteriéru:

- Do sacího a výfukového potrubního rozvodu budou vloženy kulisové tlumiče hluku. Přívodní a odvodní potrubí vyhovělo požadavkům na hladinu akustického výkonu a nebude osazeno tlumiči hluku.
- Vzduchotechnické potrubí na závěsech bude podloženo gumou.
- Rychlost proudění v potrubí a v distribučních elementech je zvolena tak, aby nedocházelo k nadměrnému hluku vlivem proudění.
- Mezi VZT jednotkou a nosným rámem bude osazena rýhovaná guma.
- Přívodní koncové elementy budou dopojeny pomocí tepelně a hlukově izolovaných hadic Sonoflex.

Veškeré prostupy vzduchovodů stavebními konstrukcemi budou řádně dotěsněny izolací – dodávka stavby.

6. PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Rozdělení objektu na jednotlivé požární úseky je řešeno samostatným projektem požární ochrany. V objektu jsou navrženy požární klapky .40 tam, kde prochází potrubí VZT požárně dělícími konstrukcemi. Požární odolnost klapky je 90 minut. Jsou vybaveny koncovým spínačem pro signalizaci do EPS, ovládání zajistí EPS.

7. IZOLACE A NÁTĚRY

Pro čtyřhranné potrubí vzduchovodů je navržena tepelná izolace. Izolace musí být instalována na čistý a suchý povrch. U svislého potrubí je nutné nainstalovat úchytky proti sesuvu izolace.

Pro rozvody potrubí ve vnějším prostředí:

minerální vata tl. 80 mm s oplechováním

Pro rozvody potrubí v šachtách:

syntetický kaučuk s Al polepem

Nátěry:

Neuvažují se nátěry VZT potrubí. Koncové elementy v interiéru budou opatřeny nátěrem RAL – dle výběru architekta.

8. POŽADAVKY NA NAVAZUJÍCÍ PROFESE

8.1. Požadavky na ÚT

Profese ÚT zajistí napojení ohřívače VZT jednotky na topné medium včetně dodávky směšovacího uzlu. Teplota bude řízena trojcestným regulačním ventilem. Servopohon dodá profese MaR. Profese ÚT zajistí přívod topné vody o požadovaném teplotním spádu 80/60 °C.

8.2. Požadavky na CHL

Profese chlazení zajistí napojení chladiče VZT jednotky na přívod chladicí vody včetně dodávky směšovacího uzlu. Teplota bude řízena trojcestným regulačním ventilem. Servopohon dodá profese MaR. Profese chlazení zajistí přívod chladicí vody o požadovaném teplotním spádu 6/12 °C.

8.3. Požadavky na ELE

Profese ELE zajistí silový přívod pro rozvaděč MaR. Profese ELE dále zajistí uzemnění zařízení a opatření před zásahem elektrickým proudem. V součinnosti s EPS zajistí napájení požárních klappek.

8.4. Požadavky na MaR

Profese MaR zajistí ovládání a regulaci zařízení z vlastního rozvaděče, který napájí ELE. Popis jednotlivých funkcí viz kapitola této technické zprávy 4.1 Regulace VZT zařízení.

8.5. Požadavky na ZTI

ZTI zajistí napojení nátrubku odvodu kondenzátu od rekuperátoru a chladiče VZT jednotky přes zápachovou uzávěrku do nejbližšího odpadního potrubí. Potrubí pro odvod kondenzátu bude z neohebného materiálu, vedené samospádem a příslušné dimenze - dle výpočtu ZTI. Odvod kondenzátu dále zajistí proti zamrzání.

8.6. Požadavky na STAVBU

Profese stavba provede otvory v konstrukcích pro průchod vzduchovodů o rozměrech vždy o 50 mm větších, symetricky na každou stranu, než je rozměr potrubí. Zajistí dozděnění a začištění otvorů, případně je opatří požárními ucpávkami. Prostupy střechou zajistí proti zatékání. Profese stavba zajistí ocelový rám s pochozí plošinou pro osazení VZT jednotky na střeše.

8.7. Požadavky na EPS

Profese EPS zajistí odpojení zařízení v případě požáru. EPS zajistí, snímání a ovládání požárních klappek. V součinnosti s ELE zajistí napájení požárních klappek.

9. MONTÁŽ, PROVOZ, OBSLUHA A ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ

Montáž vzduchotechnického zařízení bude provedena odbornou firmou dle návodu výrobce. Vzduchotechnické rozvody budou instalovány před ostatními profesemi z důvodu prostorové náročnosti. Zařízení budou po montáži odzkoušena a zaregulována. Obsluha zařízení musí být proškolená. Veškerá zařízení budou pravidelně kontrolována a čištěna, zejména tukové filtry.

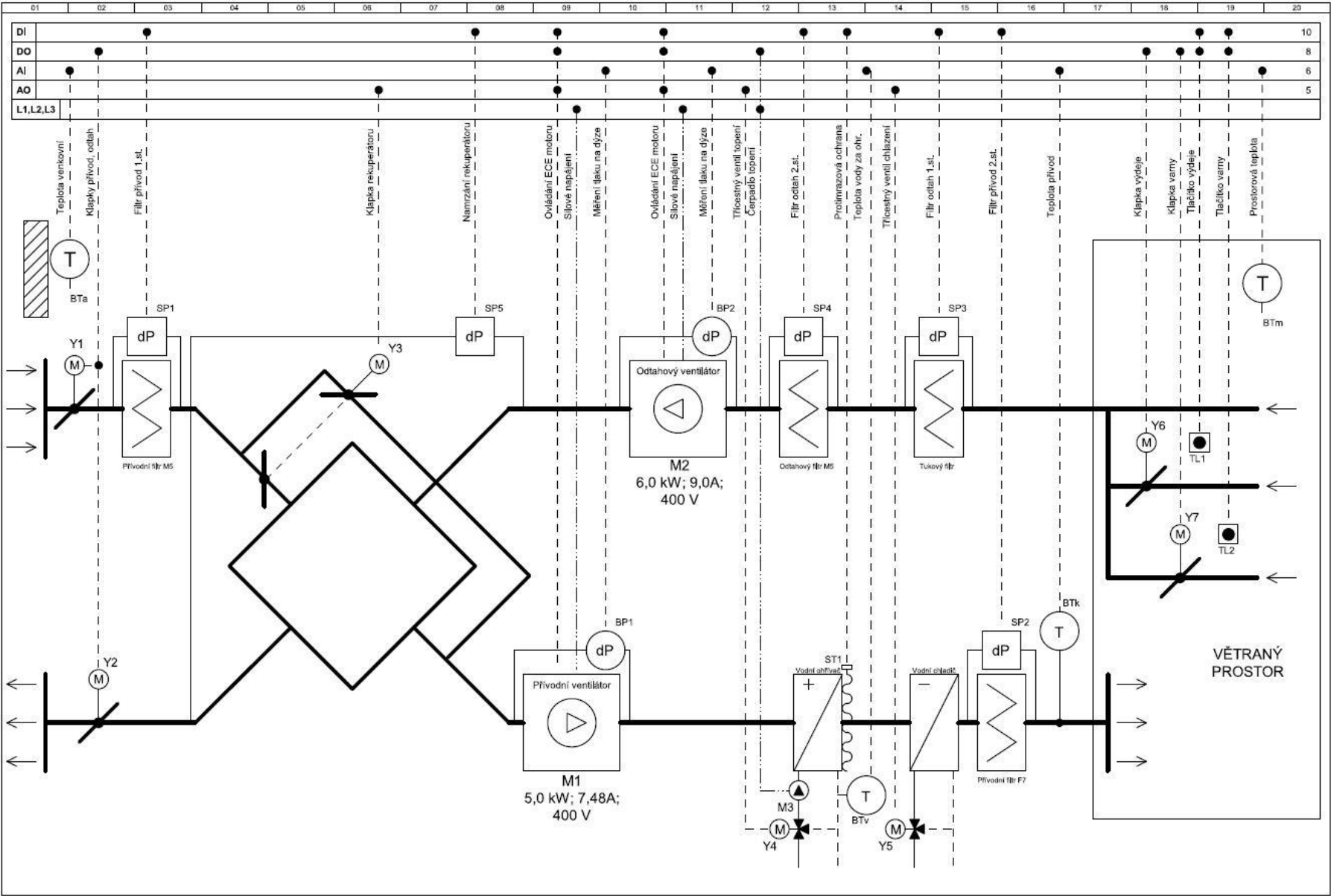
10. ZÁVĚR

Navržená vzduchotechnická zařízení splňují nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. Jsou navrženy tak, aby bylo zajištěno komfortní interní mikroklima dle požadavků obecně závazných předpisů a norem.

11. TABULKA ZAŘÍZENÍ

Číslo zařízení	Název zařízení	ks	Vzduchový výkon		Externí tlak ventilátoru	Stupeň filtrace	Stupeň filtrace	Parametry vzduchu z jednotky		Vhřeví výkon	Topení (80/60 °C)		Chlazení		Napájení			Typ zařízení	Způsob napájení	Poznámka	
			Přívod	Odvod				Zima	Léto		Topný výkon	množství média	Chladičí výkon	množství média	Příkon	Proud	Napětí				
			m3 / h	m3 / h	Pa	-	-	°C	°C	kg/h	kW	m3/h	kW	m3/h	kW	A	V				
1.01	Větrání nového prostoru kuchyně - P	1	11 200	*	350	M5	F7	22	20	*	10,0	0,2	33	4	6,0	9,0	400	AeroMaster XP 28	MaR	EC motor; ovl. centrální MaR	
	Větrání nového prostoru kuchyně - O	1	*	10 300	400	G3	M5	*	*	*	*	*	*	*	5,0	7,5	400		MaR	EC motor; ovl. centrální MaR	
	Větrání nového prostoru kuchyně - uz.klapka sání - servo	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	230		SM 230A	MaR	dod. VZT, ON/OFF, s hav.fcí, zpětné hlášení polohy
	Větrání nového prostoru kuchyně - uz.klapka výfuk - servo	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	230		SM 230A	MaR	dod. VZT, ON/OFF, s hav.fcí
	Větrání nového prostoru kuchyně - bypassová klapka - servo	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	230		SM 230A	MaR	dod. VZT, 0-10V, bez hav.fce, zpětné hlášení polohy
	Větrání nového prostoru kuchyně - servisní vypínač	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		XPSV S16/03-E	MaR	dod. VZT
1.02	Větrání nového prostoru kuchyně - PKTM - přívodní větev	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	230	.40	EPS	dod. VZT, ovládání vč. napojení a snímání 2 koncových spínačů (pod napětím OTEVŘENO)	
1.03	Větrání nového prostoru kuchyně - PKTM - odtahová větev	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	230	.40	EPS	dod. VZT, ovládání vč. napojení a snímání 2 koncových spínačů (pod napětím OTEVŘENO)	
1.04	Větrání nového prostoru kuchyně - PKTM - odtah gril	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	230	.40	EPS	dod. VZT, ovládání vč. napojení a snímání 2 koncových spínačů (pod napětím OTEVŘENO)	
1.05	Větrání nového zázemí kuchyně -kuchyňská digestoř	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	230	tlačítko	MaR	vypínač vč. prokabelování - dod.MR	
1.06	Větrání nového zázemí kuchyně -regulační klapka	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	230	servopohon	MaR	servo - dod.MaR, ON/OFF, zp.hlášení polohy	
Požadavky na profese:			MaR	Zařízení bude napájené a ovládané MaR z jejich rozváděče, který napájí ELE. MaR zajistí ovládání všech komponentů VZT, včetně regulace výkonu VZT jednotky. Součástí dodávky VZT budou servopohony na sání, na výfuk a na obtokovou klapku. MaR zajistí protimrazovou ochranu teplovodního výměníku (dod.VZT) a hlídání zanesení filtrů (dod. MaR). Další body viz TZ. bod č.8.4 - Požadavky na profesi MaR. Profese MaR zajistí napojení protimrazové ochrany výměníku. MaR popř. zajistí napojení tepelné ochrany motorů.Dále zajistí vypínač a servopohon vč. prokabelování pro ovládání digestoří.																	
			ELE	ELE zajistí silový přívod pro rozváděč MaR. ELE zajistí uzemnění zařízení.																	
			ÚT	ÚT zajistí přívod topné vody o požadovaném teplotním spádu (i v přechodném období) a průtoku.ÚT provede napojení pomocí flexibilních hadic. ÚT dodá komponenty směšovacího uzlu (čerpadlo, 3-cestný regulační ventil, nerezové hadice pro připojení), jejichž ovládání zajistí MaR. Hranicí dodávky jsou uzavírací armatury (dod. ÚT). Na přívodní větví bude před uzavírací armaturou vřazen okalovací a čistící filtr (dod. ÚT).																	
			ZTI	ZTI zajistí napojení nátrubků odvodu kondenzátu od chladiče a rekuperátoru VZT jednotky a jednotlivých digestoří a z potrubí přes protizápachovou uzávěrku (dod. ZTI) do odpadního potrubí a bezproblémový odvod kondenzátu vedeného samospádem pomocí potrubí z neohrabaného materiálu (HT) patřícího dimenze - dle výpočtu ZTI.																	
			EPS	EPS napojí koncové spínače požárních klapek (dod. VZT) . EPS zajistí silové napájení a snímání koncových spínačů požárních klapek (dod. VZT). Při spuštění požárního poplachu zajistí odstavení zařízení z provozu.																	
			Stavba	Zajistí stavební otvor + příp. potřebnou ocelovou výměnu do fasády pro prvky VZT. Zajistí stavební otvory do střechy + příp. potřebnou ocelovou výměnu prvek VZT prostupující střechou a zajistí vytážení hydroizolace na tento element. Zajistí podpůrné ocelové konstrukce pro potrubí vedené po střeše. Zajistí stavební otvory ve vnitřních konstrukcích a jejich zapravení (pož. ucpávky - dod. stavba). Dodá ocelovou plošinu s pochozí částí a demontovatelným zábradlím pro zařízení dle statického výpočtu s minimální výškou 500 mm nad úrovní střechy. Zajistí revizní otvory k akčním členům VZT zařízení.																	

12. BLOKOVÉ SCHÉMA REGULACE



13. POLOŽKOVÁ SPECIFIKACE

1.01	VZT jednotka s deskovým rekuperátorem	1 ks
1.02	Požární klapka na přívodním potrubí PKTM .40	1 ks
1.03	Požární klapka na odvodním potrubí PKTM .40	1 ks
1.04	Požární klapka na odtahu od grilu PKTM .40	1 ks
1.05	Ovládací tlačítko k digestoři	2 ks
1.06	Regulační klapka kruhová DN 400 vč. servopohonu	2 ks
1.07	Regulační klapka kruhová DN 225 vč. servopohonu	1 ks
1.08	Digestoř 2000 x 1600, příp. DN 400 mm	1 ks
1.09	Digestoř 1500 x 1200, příp. DN 400 mm	1 ks
1.10	Digestoř 2750 x 1400, příp. DN 225 mm	1 ks
1.11	Digestoř 1400 x 1600, příp. DN 450 mm	1 ks
1.12	Regulační klapka DN 315, roční ovládání	8 ks
1.13	Přívodní anemostat VVDM-M 825	8 ks
1.14	Kulisový tlumič hluku 1500/100/500, f=200mm, e=4	2 ks
1.15	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu, třída těsnosti B:	
	- do obvodu 2100 mm / 30% tvarovek	41 bm
	- do obvodu 2700 mm / 30% tvarovek	58 bm
	- do obvodu 3500 mm / 30% tvarovek	48 bm
	- do obvodu 5000 mm / 30 % tvarovek	10 bm
1.16	Tepelná izolace:	
	- minerální vata tl. 80 mm s oplechováním	53 m ²
	- syntetický kaučuk s Al polepem	356 m ²
1.17	Sonoflex hadice:	
	- DN 315, L = 3000 mm	3 ks

SEZNAM PŘÍLOH

Koncepční návrh č. 1:

P1 PROTOKOL K NÁVRHU DIGESTOŘÍ OD FIRMY ATREA	11 stran A4
P2 TECHNIKA VZT JEDNOTKY OD FIRMY REMAK	15 stran A4
P3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ TEPLOT A VLHKOSTÍ V KUCHYNI	5 stran A4
P4 JEDNOČAROVÉ SCHÉMA POTRUBNÍCH ROZVODŮ	1:100

Koncepční návrh č. 2:

P5 PROTOKOL K NÁVRHU DIGESTOŘÍ OD FIRMY ATREA	9 stran A4
P6 TECHNIKA VZT JEDNOTKY OD FIRMY REMAK	15 stran A4
P7 JEDNOČAROVÉ SCHÉMA POTRUBNÍCH ROZVODŮ	1:100

Koncepční návrh č. 3:

P8 TECHNIKA VZT JEDNOTKY OD FIRMY REMAK	17 stran A4
P9 HX DIAGRAM ÚPRAV VZDUCHU	1 strana A4
P10 TABULKA ZAŘÍZENÍ	2 strany A4
P11 BLOKOVÉ SCHÉMA REGULACE	2 strany A4
P12 PŮDORYS KUCHYNĚ	1:50
P13 PŮDORYS STŘECHY	1:50
P14 ŘEZ OBJEKTEM	1:25

ZÁVĚR

V této práci jsem se zabývala návrhem systému vzduchotechniky pro kuchyň polyfunkčního domu v Brně. K dispozici jsem dostala projektovou dokumentaci stávajícího stavu vzduchotechniky, která vzhledem k rozšíření kuchyňského zařízení, již nebyla dostačující.

S aktuálním seznamem spotřebičů včetně jejich příkonů jsem navrhla první koncepční řešení, které spočívalo v citelném navýšení objemového průtoku větracího vzduchu o téměř 9 000 m³/h (výpočet dle VDI 2052). Vzhledem k tomu, že se výpočet dle VDI 2052 výrazně lišil od vypočítaného průtoku vzduchu dle výsledků z programu Teruna, rozhodla jsem se do prostoru kuchyně na 4 dny umístit teplotně – vlhkostní čidla. Když jsem potom spočítala potřebný průtok vzduchu z naměřených hodnot, došla jsem k závěru, že jako přesnější výpočtová metoda (blíže k reálnému stavu) je výpočet pomocí programu Teruna, dle kterého jsem provedla i finální návrh první varianty řešení.

Pronajímatel restaurace si ale přál současnou vzduchotechniku ponechat bez zásahu a v prostoru restaurace nově zřídit otevřené varné centrum. Tam budou přesunuty některé spotřebiče z kuchyně. Spočítala jsem, které spotřebiče se musí přesunout, a na nový prostor jsem v koncepčním řešení č. 2 navrhla nový samostatný systém vzduchotechniky.

Tento systém jsem na přání pronajímatele přepracovala ve třetím koncepčním návrhu. Přeje si zde umístit gril na dřevěné uhlí. Koncepční řešení č. 2 jsem tedy přepracovala dle tohoto požadavku do finálního projektu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Atrea, s.r.o. divize větrání kuchyní – Větrání kuchyní: vydání 11/2007. Dostupný z WWW: <http://www.atrea.cz/cz/ke-stazeni-kuchyne>
- [2] Katalog Větrání kuchyní UNIVENT, s.r.o. Dostupný z WWW:
<https://www.univent.cz/web/cs/web/ke-stazeni/katalogy>
- [3] MATHAUSEROVÁ, Zuzana a Petr MORÁVEK. *Větrání kuchyní*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2000. ISBN 80-02-01409-X.
- [4] Firemní podklady INDUCTair, s.r.o. Dostupné z WWW: <http://inductair.cz/>
- [5] Firemní podklady GIF ACTIVEVENT, s.r.o. Dostupné z WWW: https://gif-activevent.cz/resources/GIF_Activevent_Catalogue_2016.pdf
- [6] TZB-info. *Větrání (velko)kuchyňských provozů s využitím moderních systémů*. [online]. [cit. 2016-07-26]. Dostupné z WWW: <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-kuchyni/14492-vetrani-velko-kuchynskych-provozu-s-vyuzitim-modernich-systemu>
- [7] CHYSKÝ, Jaroslav a Karel HEMZAL. *Větrání a klimatizace*. Vyd. 3, zcela přeprac. Praha: Česká Matica technická, 1993. ISBN 80-901574-0-8.
- [8] Atrea s.r.o. *Větrání kuchyní ver. 5.40*. Počítačový program pro návrh digestoří.
- [9] TZB-info. *Nová generace větracích jednotek DUPLEX MultiEco, MultiEco-N a MultiEco-V*. [online]. [cit. 2016-03-03]. Dostupné z WWW: <http://vetrani.tzb-info.cz/13866-nova-generace-vetracich-jednotek-duplex-multieco-multieco-n-a-multieco-v>
- [10] Firemní podklady DAIKIN, s.r.o. Dostupné z WWW: https://www.daikin.cz/cs_cz/zakaznici.html
- [11] Firemní podklady MANDÍK, a.s. Dostupné z WWW: <http://www.mandik.cz/>
- [12] Firemní podklady JOSPER. Dostupné z WWW: <http://www.mandik.cz/>
- [13] Technika budov, s.r.o. *Teruna ver 1.5b*. Počítačový program pro simulace tepelných zátěží, výpočty kondenzace v potrubí a výpočty bazénových jednotek.
- [14] Mart, s.r.o. *MartAkustik*. Počítačový program pro návrh tlumičů hluku. Dostupný z WWW: <http://mart.cz/martakustik/>
- [15] REMAK, *AeroCAD ver. 6.6.00*. Počítačový program pro návrh vzduchotechnických jednotek.
- [16] HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. *Vzduchotechnika v příkladech*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-486-9.

- [17] *Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).* 2015. Dostupné také z WWW: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- [18] *Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci,* se změnami: 68/2010 Sb., 93/2012 Sb., 32/2016 Sb.
- [19] Německý předpis VDI 2052 – Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik.
- [20] *Vládní nařízení č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.*
- [21] *Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.*
- [22] ČSN 12 7010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení. 1988
- [23] ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb. 1977

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

VZT	vzduchotechnika	-
V_{ods}	množství odváděného vzduchu	m^3/h
$V_{př}$	množství přiváděného vzduchu	m^3/h
Q_s	produkce citelného tepla	W
Q_t	produkce latentního tepla	W
D	produkce páry	g/h
$Q_{s,k}$	konvekční tepelná zátěž	W
P	instalovaný příkon kuchyňských spotřebičů	kW
b	konvekční složka předaného tepla	-
φ	součinitel současnosti	-
V_{th}	termický proud vzduchu	m^3/h
k	empiricky stanovený koeficient	$m^{4/3}/W^{1/3}h$
z	účinná odsávací výška pro jednotlivé zdroje	m
H_0	výška zdroje nad podlahou	m
d_{hydr}	hydraulický průměr jednotlivých zdrojů	m
L_0, B_0	půdorysný rozměr zdroje tepla	m
$V_{ods,zák}$	množství odsávaného vzduchu zákrytem	m^3/h
a	přirážkový součinitel narušení termického proudu	-
$V_{g,ods}$	množství spalin	m^3/h
M_d	produkce vodní páry od jednotlivých kuchyňských zařízení	g/h
ρ	objemová hmotnost vzduchu	kg/m^3
λ	součinitel tepelné vodivosti materiálu	W/mK
R	tepelný odpor konstrukce	m^2K/W
U	součinitel prostupu tepla konstrukce	W/ m^2K
c	měrná tepelná kapacita vzduchu	J/kg K
Δt	rozdíl teplot	K
t_i	vnitřní teplota vzduchu	$^{\circ}C$
t_e	venkovní teplota vzduchu	$^{\circ}C$
v	rychlost proudění vzduchu	m/s
ξ	vřazený odpor potrubí	-
R	tlaková ztráta potrubí třením	Pa/m
Z	tlaková ztráta	Pa
$L_{w(A)}$	hladina akustického výkonu	db(A)

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam obrázků

Obrázek 1 Příklad vytvoření varného centra	20
Obrázek 2 Přívod vzduchu směřováním (horizontální – mřížkami)	20
Obrázek 3 Přívod vzduchu směřováním (vertikální – vířivé vyútky)	21
Obrázek 4 Přívod vzduchu zaplavováním (pod stropem).....	21
Obrázek 5 Přívod vzduchu zaplavováním (od podlahy)	21
Obrázek 6 Doporučené přesahy odsávacích zákrytů	22
Obrázek 7 Popis odsávacích zákrytů	23
Obrázek 8 Systém odlučování tuků a nečistot.....	24
Obrázek 9 Příklad uspořádání větracího stropu GIF	25
Obrázek 10 Větrací strop SKV	26
Obrázek 11 Větrací strop TPV	26
Obrázek 12 Roční náklady na pohon ventilátorů s regulací a bez regulace	27
Obrázek 13 Ovládací panely CP Touch (vlevo) a CP 10 RT (vpravo).....	28
Obrázek 14 Redukční polohový faktor.....	32
Obrázek 15 Časový průběh souhrnných nákladů při konstantních provozních nákladech	36
Obrázek 16 Půdorys 1.PP – rozdělení do provozních celků	39
Obrázek 17 Půdorys kuchyně	41
Obrázek 18 Vířivý anemostat VVDM-M.....	61
Obrázek 19 Vířivý anemostat VVDM-M.....	69
Obrázek 20 Digestoř STANDAR od firmy Atrea	85
Obrázek 21 Vířivý anemostat VVM.....	85
Obrázek 22 Vířivý anemostat VVDM-M.....	86
Obrázek 23 Grilovací pec Josper HJX 50	94
Obrázek 24 Rozměry digestoře pro Josper HJX 50	95
Obrázek 25 Digestoř STANDAR od firmy Atrea	95
Obrázek 26 Vířivý anemostat VVDM-M.....	96

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehledová tabulka digestoří firmy Atrea, s.r.o. – specifikace	23
Tabulka 2 Krytí IP – stupně ochrany dle ČN EN 60529	28
Tabulka 3 Doporučené parametry vnitřního prostředí.....	30
Tabulka 4 Produkce citelného a latentního tepla a vlhkosti	31
Tabulka 5 Rozdělení kuchyní pro stanovení součinitele současnosti provozu	32
Tabulka 6 Směrné hodnoty pro přírážkový spoučinitel.....	33
Tabulka 7 Soupis zařízení kuchyně.....	40
Tabulka 8 Dávky vzduchu na počet osob.....	43
Tabulka 9 Posouzení součinitelů prostupu tepla konstrukcí	46
Tabulka 10 Produkce tepla a vlhkosti spotřebičů dle VDI 2052	55